

O-78001

XX-26

# Vannforsyning i Norge



## Forsknings- og utredningsbehov

Innstilling fra ad hoc arbeidsgruppe nedsatt av  
Komité for forurensningsspørsmål under Norges  
Teknisk–Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF)

1136

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer:  
0-78001 XK-26

Undernummer:

Løpenummer:  
1136

Begrenset distribusjon:  
Intern i Polydoc-  
sammenheng - egtl.  
NTNF

Rapportens tittel:  
Vannforsyning i Norge

Forsknings- og utredningsbehov

Dato:  
16. 03. 1979

Prosjektnummer:  
(se NTNF)

Forfatter(e):  
Gjessing, Egil T., Eikum, Arild S, Eikland, Inge  
Storstein, Jon A, Tveiten Aasmund.

Faggruppe:

Geografisk område:  
Norge

Antall sider (inkl. bilag):  
81

Oppdragsgiver:  
Komité for forurensningsspørsmål under Norges Teknisk-  
Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF).

Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):  
(se NTNF)

Ekstrakt:

En arbeidsgruppe, nedsatt av NTNF, konkluderer i innstillingen om forsknings- og utredningsbehovet vedr. drikkevann at det er nødvendig med en betydelig investering (50 mill. kroner over en 5-års-periode) på denne sektor. Det fremheves at de eksisterende forskningsmiljøer relativt raskt kan bygge opp den nødvendige kompetanse. Det foreslås at det legges en hovedvekt på problemer som knytter seg til våre sure, bløte og humusholdige vanntyper. Betydningen av gode kommunikasjoner mellom forsker, forvaltning og bruker fremheves.

4 emneord, norske:

1. drikkevann
  2. forskningsbehov
  3. utredningsbehov
  4. vannforsyning
- Norge

4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

.....  
Prosjektleders sign.:

.....  
Seksjonsleders sign.:

.....  
Instituttetsjefs sign.:

ISBN \_\_\_\_\_

INNHOOLD

	Side
FORORD	2
1 SAMMENDRAG	3
2 INNLEDNING	4
3 DRIKKEVANNSFORSYNINGENS BETYDNING I ET MODERNE SAMFUNN	7
4 DRIKKEVANNSFORSYNINGEN I NORGE	11
Aktuelle problemer	11
Utviklingstendenser	19
5 EKSISTERENDE FORSKNING OG UTREDNINGSVIRKSOMHET	24
Internasjonalt	24
Nasjonalt	29
6 FORSKNINGS- OG UTREDNINGSBEHOV	34
Brukers prioritering	34
Tilførsel	36
Kilder (overflatevann)	38
Kilder (grunnvann)	40
Kilder (regnvann)	41
Vannbehandling	41
Transport	49
Vannkvalitet - helse	51
Diverse	53
7 INFORMASJON	55
8 OMFANG OG PRIORITERING	57
9 KONKLUSJON	60
TILLEGG	62

FORORD

NTNFs Komité for forurensningsspørsmål presenterte i mai 1979 en fem-årsplan (1979 - 1983) for aktivitetsområdet forurensningsspørsmål. Komitéen uttaler at man omgående vil nedsette en ad hoc arbeidsgruppe for å få oversikt over forskningsbehov og mulige prosjekter innen feltet drikkevann.

Arbeidsgruppen, som ble etablert 26. september 1978, legger herved frem sin utredning. Gruppen vil uttrykke håp om at NTNF snarest vil føre denne viktige sak videre. Gruppen vil gjerne understreke at drikkevann vedrører oss alle og en opptrapping av forskningsinnsatsen på drikkevannssektoren vil derfor komme alle til gode.

Oslo, 16. mars 1979

Jan Aug. Myhrstad

Inge Eikland

Arild S. Eikum

Jon A. Storstein

Aasmund Tveiten

Egil T. Gjessing

## 1 SAMMENDRAG

NTNFs Komité for forurensningsspørsmål nedsatte i september 1978 en ad hoc arbeidsgruppe som ble bedt om å utrede det nasjonale forskningsbehov vedrørende drikkevann.

Gruppen har vært sammensatt av representanter fra sentrale, fylkeskommunale og kommunale myndigheter, fra helsevesen og fra forskning.

Innstillingen, som er laget i løpet av ca. 4 måneder, fremhever betydningen av drikkevannet i vårt samfunn og gir en beskrivelse av aktuelle nasjonale problemer.

Med utgangspunkt i en del internasjonale problemstillinger knyttet til drikkevann og helse, og en oversikt over en del norske forskningsprosjekter knyttet til drikkevann, er det gitt en beskrivelse av en rekke problemområder hvor det er behov for mer kunnskap.

Innstillingen konkluderer med at drikkevann er et forsømt forskningsfelt i Norge, men at det er en del forskningsmiljøer hvor det relativt raskt vil være mulig å bygge opp en del av den kompetanse som det er et umiddelbart behov for.

Det foreslåes at det investeres 50 millioner kroner over en 5-års periode til forsknings- og utredningsarbeide, og at disse midlene først og fremst brukes til problemer som knytter seg til våre spesielt sure, bløte og humusholdige vanntyper. Det fremheves imidlertid at det er nødvendig med en viss aktivitet på en rekke problemområder for å kunne forstå og utnytte forskningsresultater fra andre land. Det foreslåes at det legges en betydelig vekt på å bedre driftsforholdene ved eksisterende vannverk og at kommunikasjonen mellom forsker, forvaltning og bruker bør bedres ved å legge større vekt på informasjon.

## 2 INNLEDNING

I september 1978 nedsatte NTNFs komité for forurensnings-  
spørsmål en ad hoc arbeidsgruppe som fikk til oppgave å utrede  
behovet for norsk forskning i drikkevannssektoren. Gruppen  
fikk følgende sammensetning

Sjefingeniør Jan Aug. Myhrstad, Statens Institutt  
for Folkehelse, formann  
Fylkesingeniør Inge Eikland, Østfold fylkeskommune  
Seksjonsleder Arild S. Eikum, Norsk institutt for  
vannforskning  
Stadslege Jon A. Storstein, Sarpsborg kommune  
Teknisk sjef Aasmund Tveiten, Lier kommune

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) ved cand.real. Egil  
T. Gjessing, har utøvd sekretariatfunksjonen.

En representant for NTNf har deltatt som observatør under  
møtene. Gruppen ble oppnevnt i brev fra NTNf av 26.9.1978  
og startet sitt arbeide 1.11.1978. Av følgende notat fremgår  
hvilken bakgrunn som er gitt og rammen for utvalgets arbeide:

"NOTAT

1523.7962 - DRIKKEVANNSFORSKNING  
OPPRETTELSE AV AD HOC UTVALG

Komité for forurensningsspørsmål har tatt opp et forslag  
om et forskningsprogram omkring Drikkevann. I vår 5-års-  
plan 79-83 sies det: "Det er et stort behov for å styrke  
forskningen innen feltet, se perspektivene foran. Den  
spredte forskning som er igang bl.a. ved NIVA, SI og  
SINTEF, bør søkes koordinert i et større integrert og  
interinstitusjonelt program, hvor også aktiviteter uten-  
for NTNf søkes trukket inn. Komitéen vil omgående ned-  
sette en ad hoc arbeidsgruppe for å få en oversikt over  
forskningsbehov og mulige prosjekter.

Komitéen støtter i 1978 et mindre prosjekt som gjør det  
mulig for NTNf-institutter å delta i informasjonsutveks-  
ling under Pilot Study on Drinking Water som foregår i  
regi av NATO/CCMS - Committee on the Challenges of Modern  
Society. Norsk innsats i prosjektet ledes av SIFF. Pro-  
sjektet gir en god anledning til å komme ajour med de  
vestlige industrilands problemer med vannforsyning og den  
teknologiske status på tiltakssiden.

Mulige prosjekter kan omfatte: Spørsmål om humus i drikkevann øker løseligheten av miljøfarlige stoffer; om humus ved kloring av drikkevann danner helsefarlige forbindelser; om PVC-rør, som i stigende utstrekning brukes til kloakkrør, avgir klorerte hydrokarboner som kan tilføres drikkevannskildene; om asbest-rør til drikkevann avgir helsefarlige asbestfibre; hvilken innflytelse algeforekomster har for drikkevannskvaliteten. Utvikling av avanserte rensemeter; tekniske aspekter ved ombruk og sparing av vann. Utvikling av bedre analyseteknikker og metoder for overvåking."

Etter konferanser bl.a. med SIFF og NIVA er man kommet til at NTNf bør nedsette en ad hoc arbeidsgruppe som får til oppgave å lage en utredning om behovet for norsk forskning vedrørende drikkevann.

Utredningen kunne ha kapitler om

- Kort beskrivelse av tilstanden av våre drikkevannsressurser i dag og de problemer man har med dem. Stikkord: Kilder, inntak, transportnett, vannbehandling, vannkvalitet, epidemiologiske aspekter.
- Vurdering av utviklingstendenser m.h.p. forurensningssituasjonen og rensemeter, evt. andre tiltak.
- Vurdering av behovet for norsk forskning på området, med utgangspunkt i den forskning som foregår i dag. Hvilke oppgaver bør vi selv bearbeide, hva kan vi hente utenfra. Eventuell vurdering av forskningens omfang, i manneår. Utvalget bør stå fritt om det også ønsker å si noe om de institusjoner som kunne bidra til slik forskning. Det kunne også bli aktuelt å peke på muligheter for direkte samarbeid, f.eks. med Sverige.

Utredningen bør foretas i nær kontakt med de forskningsmiljøer som forutsettes å kunne bidra, og med brukerne. Det bør også holdes kontakt med NTNfs Utvalg for transport av vann, med NLVFs arbeidsgruppe for vannforsyning i spredt bebyggelse, og med det utredningsarbeid omkring drikkevannsressursene som foregår i Miljøverndepartementet og SIFF.

Frist for innlevering av utredningen bør være 15. mars, slik at materialet kan benyttes ved rulleringen av NTNfs langtidsplan 1980-84.

Hans C. Christensen"  
Sign.

Som det fremgår av notatet har gruppen påtatt seg å lage en innstilling i løpet av vel 4 måneder.

Gruppen har hatt fem møter og en to-dagers befaring til Sverige.

Det ble innledningsvis lagt vekt på å innhente synspunkter fra

relevante kommune- og fylkesetater, fra rådgivende ingeniører og fra en rekke institutter og læresteder. Det materialet som på denne måten er samlet har vært av stor nytte for utformingen av innstillingen.

Gruppen har hatt kontakt med NTNFs Utvalg for transport av vann (UTV), og med utgangspunkt i dette utvalgets arbeid og planer er det foretatt visse avgrensninger. Det forutsettes at UTV håndterer en del av de transportproblemstillingene som angår drikkevann.

Gruppen vil gjerne fremheve at det er en rekke forhold ved drikkevannssituasjonen som på grunn av den korte tiden man har hatt til rådighet ikke er tilstrekkelig godt belyst. Det antas imidlertid at de vesentligste forhold er berørt og at NTNf har et tjenlig utgangspunkt for sin videre behandling av saken.



### 3 DRIKKEVANNSFORSYNINGENS BETYDNING I ET MODERNE SAMFUNN

Vann er en nødvendig betingelse for opprettholdelse av menneskers og dyrs livsfunksjoner. Det er i stor grad en forutsetning for oss alle at vann er tilgjengelig i tilstrekkelige mengder og med tilfredsstillende kvalitet.

I vårt land har den overveiende del av befolkningen innlagt vann i sine boliger. Dette vann brukes til direkte konsum og matlaging, til vask, og til transport av bl.a. ekskrementer bort fra boligen.

Det er viktig til enhver tid å huske på at vann i visse sammenhenger angår absolutt alle og at et samfunn er svært avhengig av en permanent vanntilførsel. Det må også fremheves at i tillegg til den bruk som er nevnt ovenfor anvendes "drikkevann" mange steder til industriformål, f.eks. til kjøling, og til brannvann.

Våre vannverk er vanligvis dårlig beskyttet mot sabotasje og vårt samfunn kan lett lammes ved enkle angrep på vanntilførselen. En fullstendig stopp i vanntilførselen vil f.eks. kunne redusere slukningsmulighetene ved brann. De konsekvenser som en tilsiktet forurensning av drikkevannet kan få for folkets helse, representerer imidlertid de alvorligste aspekter ved en dårlig beredskap.

Vannet i springen, til vaskemaskinen, i dusjen og på wc er en selvfølgelig del av vår hverdag. Det er viktig å poengtere verdien av denne ressurs. Likeledes må det fremheves at det vannet som har passert gjennom et samfunn på denne måten, er forringet, og at en behandling neppe vil kunne gi det tilbake sin naturlige kvalitet. Disse realiteter er det viktig å være klar over, slik at man i fremtiden kan initiere en mer moderat holdning til forbruket av vann, særlig der tilgangen på vann er begrenset eller der de vannverkstekniske eller avløpstekniske forhold tilsier redusert vannforbruk.

I tidligere år har det i hovedsak vært smak, lukt og utseende

som har vært de viktige kvalitetskriterier for drikkevann i vårt land, og ettersom vann alltid har vært en nødvendig livsforutsetning, har all etablering vært betinget av tilgangen på denne ressurs.

Etter hvert som folketallet øker, blir også behovet for vann større, men samtidig øker forurensningsbelastningen på vannforekomstene. Samtidig har den vannkjemiske, mikrobiologiske, biologiske og medisinske erkjennelse øket, og i dag stilles det en rekke konkrete kjemiske og mikrobiologiske kvalitetskrav, krav som sannsynligvis vil bli stadig mer omfattende.

Vannkvalitet gjelder oss alle, og det er skremmende å tenke på hvor sårbart et moderne samfunn er med hensyn til vannkvalitet.

Epidemier som følge av forurenset vann er vel kjent også i våre dager, og katastrofale tilstander vil lett kunne inntre mange steder ved bevisst eller ubevisst tilførsel av giftstoffer. Beredskap i kvalitetssammenheng er derfor kanskje av ennå større betydning enn den kapasitetsmessige beredskap. Overvåking, alternative vannkilder og alternative rensemetoder, varslings- og rapporteringssystemer, bør være sentrale oppgaver i et velferdssamfunn.

Forskningsaktiviteten på drikkevannssektoren er til en viss grad bestemt av vår holdning til vann; hvilke krav vi stiller til drikkevann, og hvor mye vi drikker i ren tilstand eller blandet med andre næringsmidler. Det er ikke gjennomført noen systematisk undersøkelse av disse spørsmål her i landet. Arbeidsgruppen har imidlertid forsøksvis foretatt en enkel rundspørring blant en del ungdomsskoleelever i Bodø, Sarpsborg og Tynset. Det skal her innskytes at blant disse tre tettstedene representerer Bodø og Tynset tettsteder med tilfredsstillende bruksmessig vannkvalitet, mens drikkevannet i Sarpsborg tidvis må karakteriseres som relativt dårlig med hensyn til lukt og smak.

En oversikt over spørsmålene og svarene er gitt i tabell 1 på neste side. Målsetningen med dette tiltaket har ikke vært å fremskaffe noen fyldestgjørende oversikt over det norske folks

% av alle besvarelsene

Tabell 1

	Bodø 40 pers.	Sarpsborg 55 pers.	Tynset 38 pers.	Alle 133 pers.
1. Hva drikker du til middag?				
a) Vann	88	58	87	75
b) Saft	68	65	58	64
c) Øl	25	13	13	17
d) Brus	50	47	11	38
e) Melk	43	60	39	49
2. Hva drikker du fortrinnsvis når du er tørst?				
a) Vann	60	60	95	70
b) Saft	33	36	26	32
c) Øl	8	-	5	5
d) Brus	60	33	8	34
e) Melk	20	38	16	26
3. Mener du bruk av drikkevann i din bekjentskapskrets er:				
a) Passe	60	47	74	59
b) For liten	3	20	13	13
c) For stor	5	-	3	2
d) Vet ikke	48	31	13	31
4. Bør vann være lett tilgjengelig på alle offentlige spisesteder (tappekraner for vann, vannkarafler på bordene):				
a) Ja	78	93	95	89
b) Nei	10	-	3	4
c) Uviktig	13	5	3	7
5. Hva forbinder du med godt vann?				
a) Fritt for smittestoffer	75	84	82	80
b) " " kjemiske stoffer	50	60	42	52
c) Klart og ufarget	75	58	79	69
d) Frisk smak uten lukt	88	91	92	90
e) Andre krav, evt. hvilke	-	-	-	-
5.1 Hvilke krav synes du er viktigst?				
a) Fritt for smittestoffer	68	62	82	69
b) " " kjemiske stoffer	53	35	47	44
c) Klart og ufarget	8	11	26	14
d) Frisk smak uten lukt	15	40	50	35
e) Andre krav, evt. hvilke	-	-	-	-
5.2 Hvilke krav synes du er mest aktuelle?				
a) Fritt for smittestoffer	35	13	16	20
b) " " kjemiske stoffer	10	47	18	28
c) Klart og ufarget	20	2	8	9
d) Frisk smak uten lukt	23	38	21	29
e) Andre krav, evt. hvilke	-	-	-	-
6. Mener du man bør bli mer opptatt av drikkevannskvaliteten?				
Hvis ja, hvorfor? JA	100	100	97	99
a) Fordi godt vann er viktig for helsen	83	76	76	78
b) Fordi vann er billig	33	36	37	35
c) Fordi vann minsker behovet for andre drikker, f.eks. alkohol	50	24	21	31
d) Fordi vann trues av forurensning	83	84	87	84
e) Evt. andre grunner	-	-	-	-
7. Stoler du på at springvann fra godkjent vannverk er betryggende?				
a) På ditt hjemsted	95	84	84	87
b) Overalt i Norge	45	65	37	51
c) Overalt i Skandinavia	13	40	11	23
d) I Middelhavslandene	5	-	-	2
8. Bør arbeid og forskning med drikkevann ha				
a) Høy prioritet	75	60	74	68
b) Middels prioritet	23	38	34	32
c) Liten prioritet	-	-	-	-

holdning til vann, selv om det ville være nyttig. Noen fortolkning av svarene skal heller ikke gies. Det kan imidlertid være nyttig å merke seg forskjellen i svarene med referanse til det som er nevnt om kvalitetsforholdene.

Målet med drikkevannsforsyningen må være at i alle fall det vannet som brukes til konsum og matlaging gagnar vår helse på best mulig måte, at det gir både fysisk og psykisk velvære. Det er viktig å erkjenne at kvalitetskrav til konsumvann alltid vil være gjenstand for en diskusjon og for justeringer. Epidemiologiske undersøkelser vil f.eks. kunne gi holdepunkter for at vannet i vedkommende lokalitet mangler viktige stoffer i forhold til kosthold og livsform for øvrig, eller antyde at elementer eller stoffgrupper er til stede i for høye konsentrasjoner. Ettersom det i virkeligheten ikke finnes noen erstatning for vann, er det av vesentlig betydning at kvaliteten og ikke minst tilliten til drikkevann er så god som mulig.

#### 4 DRIKKEVANNSFORSYNINGEN I NORGE

##### Aktuelle problemer

I Norge er det rikelig tilgang på vann. Vanligvis er vannkvaliteten tilfredsstillende.

Våre 1. generasjons vannverk hadde sine vannkilder lokalisert relativt nær forsyningsområdene. Etersom vannbehovet økte, blant annet som følge av forbedret sanitær-teknisk standard i hjemmene, ble det behov for større vannkilder, og de tidligere vannkildene ble ofte høyde-/utjevningmagasiner i 2. generasjons vannverk.

På grunn av den usikkerhet som følger med mer omfattende vannbehandling, har helsemyndighetene prioritert bruk av vannkilder som fordrer lite omfattende vannbehandling. Dette kommer også til uttrykk i regelverket, hvor man tilstreber en dobbelt sikring av drikkevannskvaliteten, dels gjennom beskyttelse av vannkilden mot forurensningstilførsler, dels gjennom tilfredsstillende vannbehandling. Dette har medført at avstanden fra vannkilde til forsyningsområde i enkelte tilfelle har blitt noe lenger enn om man hadde benyttet nærliggende og mer forurensede vannkilder, med større grad av vannbehandling. Nyere viten om vannbehandlingens innflytelse på vannkvaliteten underbygger riktigheten i helsemyndighetenes vannforsyningspolitikk.

Fra tid til annen reises det spørsmål om ikke vannverkernes behandlingsanlegg med fordel kunne erstattes av behandlingsanlegg i de enkelte hjem. Dette er en interessant problemstilling. Det synes rimelig å anta at man i hvert fall i et land som Norge hvor det ikke er problemer med tilgang på vann, i flere generasjoner fremover fortsatt vil satse på felles behandlingsanlegg. I tilfeller hvor et felles vannbehandlingsanlegg ikke gir helt tilfredsstillende vannkvalitet, eller at led-

ningsnettene er i en dårlig forfatning og påvirker vannkvaliteten negativt, kan ytterligere behandling i de enkelte hjem komme på tale. Dette gjøres allerede i dag, særlig når lukt og smaksproblemer såvel som vansker med slam, hardhet m.v. inntreffer.

Det er imidlertid grunn til å anta at hovedtrekkene i den vannforsyningspolitikk som føres fra helsemyndighetenes side, og som har betydelig gjennomslagskraft vis á vis andre samfunnsinteresser, vil bli ført videre.

Selv om det på landsbasis er rikelig tilgang på vann, kan likevel spredte boliger og fritidsbebyggelse ha problemer med å finne vannkilder. Moderne boreteknologi har åpnet nye muligheter for å skaffe drikkevann. Dette medfører nye utfordringer til arealutnyttelse og vannbehandling.

I 1965 ble det på initiativ av Sosialdepartementet vurdert om man hadde tilstrekkelig oversikt over landets drikkevannsforsyning. I 1966 ble en registrering av vannverkene påbegynt, og i dag har Statens Institutt for Folkehelse en detaljert oversikt over vannverk som forsyner ca. 3 millioner mennesker. Et tilsvarende kjennskap til vannforsyningsforholdene for mindre fellesvannverk og enkeltvannforsyningsanlegg for helårs- og fritidsbebyggelse mangler imidlertid.  
(Se tillegg.)

### Vannkilder

Tilgang på vann er vanligvis ikke noe problem. Ofte er økonomien avgjørende for hvor langt man kan transportere vannet.

Overflatevannets sure, bløte og humusholdige karakter medfører kvalitetsmessige problemer hvis vannet benyttes uten passende behandling. Surt, bløtt og humusholdig vann fører til tæring på metalliske komponenter som vannet kommer i berøring med. Dette medfører utløsning av metaller som jern, sink, kobber, bly og kadmium, med bruksmessige og hygieniske problemer til

følge. Også rørmaterialer, bassenger o.l. av betong og sement tæres, og fører til utløsning av kalsium og asbestfibre. En for stor tilførsel av kalsium påvirker vannet slik at det blir sterkt alkalisk. Dette kan også øke utløsningen av tungmetaller. Overflatevannets kvalitet kan også føre til betydelige slamproblemer for abonnentene.

Utleddning av kloakkvann til vannressursene uten forutgående desinfeksjon, skaper betydelig hygienisk usikkerhet, blant annet fordi indikatororganismenes overlevelsessevne under norske forhold er lite kjent. Likeledes savner man fundamental viten om indikatororganismenes representativitet i forhold til overlevelsessevnen til patogene mikroorganismer under særegne norske forhold, for eksempel i store innsjøer.

Tilførsel av næringssalter fra kloakkvann og landbruksaktiviteter kan skape biologisk ubalanse i vannressursene. Hvorvidt oppblomstring av alger i overflatevannskilder kan gi opphav til spesielle toksiner, er lite undersøkt i Norge, men på Jæren er det registrert både massiv fiskedød og dødsfall på kreatur som kan ha sin forklaring i forekomst av algetoksiner.

Grunnvannet kan enkelte steder ha et kalkinnhold som forårsaker bruksmessige problemer hos abonnentene. En erstatning av fosfatene i vaskemidler, uten at man dermed influerer negativt på folks helse eller vannressursenes økologiske forhold, bør vurderes.

For de mange problemer knyttet til enkeltvannforsyningsanlegg, vil bedre kunnskap om sammenhengen geokjemi og hydrokjemi være meget nyttig.

### Vannbehandling

Omfattende vannbehandling ble inntil for få år siden primært etablert for å sikre en tilfredsstillende mikrobiologisk

kvalitet på drikkevannet. I de senere år er slik vannbehandling også etablert for å sikre tilfredsstillende fysikalsk-kjemisk (bruksmessig) vannkvalitet.

De fleste vannverk har imidlertid ingen vannbehandling, eller bare siling, eventuelt i kombinasjon med klorering.

En oversikt over vannbehandlingen ved norske vannverk basert på registrering de siste 5 - 10 år er gitt i tabell 2.

Tabell 2

OVERSIKT OVER VANNBEHANDLINGEN VED NORSKE VANNVERK

Vannbehandling/ Anleggskategori	Antall vannverk	Antall personer forsynt
Ingen behandling eller bare siling	931	500.600
Desinfeksjon og/eller alkalisering	230	1.383.300
Filtrering og/eller desinfeksjon	30	577.000
Filtrering,alkalisering og desinfeksjon	10	155.100
Fullrensing	33	216.000

De tre nordligste fylkene er ikke med i denne oversikten. Tabellen er basert på den vannverksregistreringen som er utført ved Statens Institutt for Folkehelse og som har strukket seg over 5-10 år. En del endringer må forventes.

En meget sentral oppgave i dag er å finne frem til nye og enklere behandlingsmetoder for reduksjon av vannets innhold av organisk stoff. Med det store antall vannverk som vil måtte be-



nytte humusholdige overflatevannskilder, er både økonomien og driftsforholdene viktige kriterier for metodeutviklingen på dette felt.

Statens Institutt for Folkehelse har funnet at en tidobling av antall fullrenseanlegg vil måtte påregnes hvis vannets fargetall skal komme ned på et akseptabelt nivå. I denne vurdering er ikke enkeltvannforsyningsanlegg tatt med. Slike anlegg har ofte problemer med innhold av nitrogenforbindelser, jern, mangan, humus, salter samt lav pH.

Et spesielt problem har man ved dimensjonering av vannbehandlingsanlegg når vannets temperatur nærmer seg 0°C. Dette gjelder særlig prosesser som er temperaturavhengig, for eksempel koagulering. Dimensjoneringskriterier for enhetsprosesser som tar hensyn til lave vanntemperaturer bør utredes.

I tillegg til utvikling av metoder for reduksjon av vannets innhold av organisk stoff, er utvikling av metoder for justering av pH meget viktig, særlig for enkeltvannforsyningsanlegg.

Effektivitet, driftssikkerhet og økonomi ved slike mindre anlegg bør vurderes særskilt.

#### Transportsystemer og innretninger

En kritisk gjennomgåelse av dimensjoneringskriterier for ledningsnett, vurdert i forhold til forventet vannforbruks- og befolkningsutvikling, såvel som muligheten for iverksettelse av tiltak på senere tidspunkt for å øke kapasiteten (trykkforøkning eller dublering av ledning), bør utføres. Økonomiske aspekter bør integreres i slikt arbeide.

Man bør i fremtiden unngå bruk av rør som ikke passer for norske vanntyper. Dette forhold har betydelig økonomisk og praktisk betydning. Det kan også ha særlige kvalitetsmessige følger. Spesielt må det stilles spørsmål ved hva drikkevannet

tilføres av helseskadelige stoffer ved transport i plastrør, innvendig ubeskyttede asbest-sementrør og rør som er innvendig beskyttet med bitumen e.l. Plastrørenes innvirkning på vannets lukt og smak bør også avklares, da dette ofte er årsak til klager på vannet etter transport i slike rør.

Et generelt problem med utstyr og innretninger er manglende bestandighet mot korrosivt vann. En vesentlig del av utstyr og innretninger produseres i andre land med vannkvaliteter vesensforskjellig fra surt, bløtt og humusholdig norsk overflatevann.

Grøftedybde, utforming, isolasjon og lokalisering av drikkevannsledninger, eventuelt i forhold til andre ledninger, er et problemfylt emne. I kalde vintre er det ikke uvanlig at vannet fryser fordi vannledningene ligger for grunt. Dette gjelder både enkelt- og fellesvannverk. Lekkasje på vannledninger har et kvalitetsmessig og kapasitetsmessig aspekt som bør vurderes.

Det store antall behandlingsanlegg for kloakkvann som bygges, har ført til at sikring mot tilbakeslag fra disse anleggene av fækalt forurenset vann i transportsystemene for drikkevann må vurderes. Den hygieniske sikring som er påkrevd må vurderes særlig omhyggelig.

### Driftsforhold

Forsvarlig drift av vannkilder, behandlingsanlegg og transportsystemer er til dels meget sterkt forsømt. Selv om driften av vannbehandlingsanleggene har bedret seg noe i de siste år, er det mye som gjenstår før forholdene generelt er tilfredsstillende. Det kreves undervisning, informasjon, bemanningsplaner m.m.

På transportsiden er forholdene jevnt over meget sterkt forsømt. Det gjelder utspyling, desinfeksjon og mikrobiologisk kontroll av nylagte og reparerte rørledninger, såvel som regelmessig spyling og desinfeksjon. Også rehabilitering av ledninger bør vies betydelig oppmerksomhet, særlig der det er kapasitets- og kvalitetsproblemer.

Automatisering i driften av vannverk er lite påaktet. Bruk av EDB-systemer for lagring og styring av driftsparametre burde være av interesse ved flere anlegg.

### Kontroll av vannkvalitet

Renvannskvaliteten analyseres i dag stort sett etter standardiserte metoder. Dette gjelder bakteriologiske undersøkelser og de fleste fysikalsk-kjemiske analyser. Ved større laboratorier er analysene automatisert. Det foreligger ikke offisielt standardiserte metoder for biologiske undersøkelser, og slike undersøkelser utføres sjelden i rutinemessig kontroll av renvannskvaliteten. Dette skyldes at et bakteriologisk og fysikalsk-kjemisk tilfredsstillende vann normalt også vil være biologisk tilfredsstillende. Oppstår spesielle organoleptiske problemer (lukt- og smaksproblemer) eller andre forhold ved vannkvaliteten som ikke kan forklares ut fra bakteriologiske og fysikalsk-kjemiske analyser, blir ofte biologiske undersøkelser utført.

Det utføres såvidt vites ikke virologiske eller parasittologiske undersøkelser av vannprøver i Norge. De fysikalsk-kjemiske undersøkelsene omfatter de tradisjonelle parametre for drikkevann. Ved et fåtall større laboratorier utføres det analyser på organiske (mikro)forurensninger. Uorganiske mikroforurensninger blir analysert ved flere laboratorier.

De undersøkelser som utføres på vannverkene er hovedsakelig innrettet på prosesskontroll, og de parametre som analyseres er avhengig av de prosesser som benyttes. Vanligvis benyttes meget enkle analysemetoder.

I Norge savner man tilstrekkelig viten om drikkevannets innhold av patogene mikroorganismer. Det bør utføres virologiske og parasittologiske undersøkelser i tillegg til de tradisjonelle bakteriologiske undersøkelser, særlig i vann fra vannforekomster som tilføres kloakkvann.

Forskjellige algers evne til å produsere toksiner bør vurderes, forekomst av slike alger i drikkevannskilder, og eventuell forekomst av algetoksiner undersøkes.

Metoder for analyse av organiske og uorganiske forurensninger bør videreutvikles, likeledes enkle metoder for driftskontroll.

### Vannkvalitet og helse

Medicinalstyrelsens Kemiker (helsemyndighetenes kjemiske laboratorium før SIFF) arbeidet i begynnelsen av dette århundre med vannforsyningen basert på kjemiske, biologiske og bakteriologiske undersøkelser. Senere, fra 1920-årene og helt frem til slutten av 1960-årene, var det de mikrobiologiske forhold ved drikkevannet som ble tillagt størst vekt ved de hygieniske vurderinger her i landet.

Hva angår kjemisk betingede sykdommer er det såvidt vites ikke registrert slike i Norge som kan føres tilbake til kontaminert drikkevann. Det må imidlertid understrekes at antall dødsfall pr. år i Norge som skyldes svulster o.l., og som antas å kunne være betinget av kjemiske stoffer, er betydelig (ca. 20% av alle dødsfall). I tillegg skyldes ca. 50% av alle dødsfall hjertekarsykdommer. Vannkvaliteten i Norge fører til at tungmetaller løses ut av legeringer som benyttes i armatur og innretninger på ledningsnettet (bly, kadmium), at asbestfibre frigjøres fra innerveggen av ubeskyttede asbest-sementrør og at det foreligger klorerte hydrokarboner i drikkevannet. Norsk vann har dessuten vanligvis et lavt innhold av kalsium og magnesium.

Vannbårne infeksjonssykdommer representerer iøynefallende innvirkninger av drikkevannets kvalitet på folks helse.

Følgende epidemier eller tilløp til epidemier skyldes alle kontaminert drikkevann:

Tyfoidfieber	-	Gjøvik	-	1931	-	59 syke	-	19 døde
Tyfoidfieber	-	Oslo	-	1942				
Paratyfusepidemi	-	Kirkenes	-	1943/44	-	300 syke		
Salmonellaepidemi	-	Bærum	-	1956	-	8000-10000 syke		
Hepatittepidemi	-	Ulefoss	-	1959	-	98 syke		
Hepatittepidemi	-	Fyresdal	-	1977	-	12 syke		
Dysenteriepidemi	-	Gran	-	1978	-	18 syke		

Det er viktig å registrere at selv i våre dager kan det oppstå utbrudd av vannbårne sykdommer. Særlig aktuelle årsaker er påvirkning av drikkevannskilder med avløpsvann som ikke er desinfisert, kombinert med svikt i behandlingstiltakene på vannverkene.

På det nåværende tidspunkt kan det synes som om studier av vannkvalitetens innflytelse på forekomsten av kreft og hjertekar-dødelighet har størst samfunns-medisinsk interesse. Av interessante stoffer kan nevnes tungmetaller, asbestfibre, klorerte hydrokarboner, jordalkalie- og alkaliemetaller. Imidlertid bør også betydningen av nitrat, nitritt og evt. ammonium i drikkevann fra enkeltvannforsyningsanlegg vurderes i relasjon til forekomst av methemoglobinemi (blue babies) og kreft.

Selv om vannets kjemiske kvalitet synes særlig interessant i relasjon til befolkningens helsetilstand, bør man ikke undervurdere mulighetene for utbrudd av epidemier av vannbårne sykdommer. Det er i denne sammenheng viktig å få frem eventuelle korrelasjoner mellom meldte tilfelle av vannbårne sykdommer i et vannverks forsyningsområde, og resultatene av mikrobiologiske vannkvalitetsundersøkelser.

### Utviklingstendenser

I løpet av de siste 10 år har det funnet sted en til dels betydelig utbygging av nye vannverk. Dette har dels sammenheng med en mer intens håndheving av gjeldende regelverk fra helsemyndighetenes side, dels med det krav til planlegging som bygningsloven av 1965 påla kommunene.

Utviklingen har vært særlig markert når det gjelder vannkilder, vannbehandling og vannkvalitet.

### Vannkvalitet

Helsemyndighetene har i de senere år skjerpet kravene til vannets kvalitet. Forskrifter om drikkevann m.m. og vannfor-

syningsanlegg krever at drikkevann skal være hygienisk betryggende og at vannet skal være klart, uten fremtredende lukt, smak eller farge. I 1975 utga Sosialdepartementet i samarbeide med Statens Institutt for Folkehelse retningslinjer for kvalitetskrav til drikkevann. Kravene ble revidert noe i 1978. De kvalitetskrav som nå benyttes er gjengitt i tabell 3.

Påvisning av relativt høye konsentrasjoner av tungmetaller i kranvann i begynnelsen av 1970-årene, og klorerte hydrokarboner (kloroform) i 1978, har stått sentralt i debatten omkring vannets kvalitet og tiltak for å forbedre denne. Også de mikrobiologiske forhold har kommet mer i fokus, og virusproblematikken representerer en betydelig utfordring.

Det må forventes at krav til vannets kvalitet vil stå sentralt i de kommende år, særlig hvis epidemiologiske undersøkelser gir holdepunkter for at vannkvaliteten har betydning for folkehelse.

### Vannkilder

Store overflatevannskilder som kilde for vannverk, interkommunal vannforsyning og samkjøring av vannverk har fått større betydning i de senere år enn tidligere.

Grunnvann fra løsmasser benyttes i dag for flere større vannverk, og utredninger om grunnvannsforsyning for deler av indre Østfold, Follokommunene i Akershus, Hønefoss og Kongsberg pågår. Den økede betydning som grunnvann har fått i de senere år, skyldes blant annet det arbeidet som utføres av Norges geologiske undersøkelse og Norges Landbrukshøgskole, og helsemyndighetenes vurdering av fordelene ved bruk av grunnvann. Også for enkeltvannforsyningsanlegg skjer det en utvikling i retning av øket grunnvannsforsyning.

Valg av vannkilder med tilfredsstillende kvalitet og område-

Tabell 3

KVALITETSKRAV TIL DRIKKEVANN (KRANVANN)  
(For de kjemiske parametre gjelder kravene totalinnholdet)

PARAMETER	GENERELLE KRAV	SPESEIELLE KRAV
<u>MIKROBIOLOGISKE</u>		
Termostabile koliforme bakterier	pr. 100 ml	0
Koliforme bakterier	pr. 100 ml	< 1
<u>FYSIKALSKE</u>		
Fargetall	mg Pt/1	< 15 < 5 for fullrenset
Turbiditet	FTU	< 1 < 0,5 for hurtig sandfiltr. < 0,3 for fullrenset
Temperatur	°C	< 10
Lukt/smak	-	Ingen spesiell
<u>UORGANISK KJEMISKE</u>		
Aluminium	mg Al/1	- < 0,1 for fullrenset
Ammonium	mg N/1	< 0,08 < 0,1 for kloramindes.
Arsen	mg As/1	< 0,01
Bly	mg Pb/1	< 0,05
Bor	mg B/1	< 0,3
Fluorid	mg F/1	< 1,5
Jern	mg Fe/1	< 0,2 < 0,1 for fullrenset < 0,05 for jernreduksjon
Kadmium	mg Cd/1	< 0,005
Kalsium	mg Ca/1	< 35
Karbondioksyd	mg CO <sub>2</sub> /1	< 5
Klorid	mg Cl/1	< 100
Kobber	mg Cu/1	< 0,05 < 1,0 etter 10 timer
Krom (VI)	mg Cr/1	< 0,05
Kvikksølv	mg Hg/1	< 0,0005
Magnesium	mg Mg/1	< 10
Mangan	mg Mn/1	< 0,1 < 0,03 for manganreduksjon
Nitrat	mg N/1	< 2,5
Nitritt	mg N/1	< 0,05
Oksygen, oppløst	% metn.	> 70
Selen	mg Se/1	< 0,01
Sink	mg Zn/1	< 0,3 < 1,0 etter 10 timer
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /1	< 100
Surhetsgrad	pH	8,0-8,5
Sølv	mg Ag/1	< 0,05
<u>ORGANISK KJEMISKE</u>		
Cyanid	mg CN/1	< 0,01
Fenoler	mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/1	< 0,001
Ligniner	mg/1	< 2
Mineraloljer	mg/1	< 0,001
Permanganattall	mg KMnO <sub>4</sub> /1	< 15 < 10 for fullrenset
Tensider	mg/1	< 0,1
Pesticider, totalt	mg/1	< 0,01
Organiske fosfater og klorerte hydrokarboner	mg/1	< 0,001

hygieniske forhold, fremfor avansert behandling av vann fra kilder med dårlig kvalitet, må antas fortsatt å bli et viktig prinsipp i vannverksutbyggingen, særlig sett på bakgrunn av de usikkerhetsmomenter avansert vannbehandling kan medføre rent kvalitetsmessig.

### Vannbehandling

For å innfri de krav som stilles til drikkevannets kvalitet, har man fått et øket antall anlegg som desinfiserer, alkalisierer og fullrenser vannet.

Desinfeksjon av vann med klor/klorforbindelser har ofte medført organoleptiske problemer. Dette har vanskeliggjort etablering av desinfeksjonsanlegg. Desinfeksjon basert på ultrafiolett bestråling har vunnet innpass i de senere år, og det må antas at denne utviklingen vil fortsette.

Alkalisering benyttes ved fler og fler vannverk, og natriumhydroksyd synes å få en relativt større betydning som alkaliseringmiddel. Dosering av en mettete kalkvannsoppløsning antas også å få større anvendelse enn tidligere. Valg av alkaliseringmiddel vil sannsynligvis måtte vurderes i forhold til ledningsnettets kvalitet.

For mindre vannverk og enkeltvannforsyningsanlegg vil muligens alkaliske filtermasser bli benyttet mer i fremtiden.

Fullrensing benyttes i dag ved 30 - 40 vannverk. Hvis alle vannverk som sorterer under drikkevannsforskriftene skulle oppnå tilfredsstillende fysikalsk-kjemisk kvalitet, ville det som nevnt føre til en tidobling av antall fullrenseanlegg. I de siste 5 år er det bygget fullrenseanlegg som avviker fra de konvensjonelle anlegg. Flotasjonsanlegg er tatt i bruk, og kontaktfilteranlegg prosjekteres for tiden for et par kommuner.



Det stilles store krav til planlegging, bygging og drift av fullrenseanlegg. Ikke minst av hensyn til driftsforholdene er det viktig at det utvikles anleggstyper som er enkle i drift. Det gjelder egentlig alle vannverksstørrelser, men det antas at det av flere grunner kan være vanskelig å oppnå tilfredsstillende drift ved mindre vannverk. Ved slike vannverk og ved enkeltvannforsyningsanlegg, antas det at filtermedier, for eksempel aktivt kull, vil bli tatt i bruk som kvalitetsforbedrende metode. Aktivt kull vil også etter hvert finne anvendelse ved store anlegg.

## 5 EKSISTERENDE FORSKNING OG UTREDNINGSVIRKSOMHET

### Internasjonalt

Gruppen tar ikke sikte på å gi noen fullstendig oversikt over den internasjonale forskningsaktivitet på drikkevannssektoren, bl.a. fordi tidsrammen er for snever. Heller ikke vil den innsats som dette krever stå i forhold til nytteverdien på det nåværende tidspunkt.

Nedenfor er referert en oversikt over forskningsprogrammet 1978/79 ved Water Research Center (WRC) i England. Dette må antas å dekke en vesentlig del av den forskning som pågår i England. Tilsvarende oppdaterte oversikter over forskningsaktivitetene vedrørende drikkevann i andre europeiske land, i USA eller Canada har ikke vært tilgjengelige. Imidlertid er det fra relevante publikasjoner utgitt av World Health Organization (WHO) og U.S. Department of Health, Education and Welfare listet en del anbefalte forskningstema med utgangspunkt i drikkevannets betydning for menneskets helse:

#### Water Research Center (Research Programme 1978/79)

<u>Kilder</u>	Aktivitetsnivå	
Effekt av lagring på vannkvalitet	8.9	årsverk
Deponering av farlig avfall	11.0	"
Avrenning fra avfallsdeponier	2.9	"
<u>Behandling</u>		
Filtrering	1.3	"
Kjemisk vannbehandling	1.3	"
Kontroll av behandlingsanlegg	2.6	"
Desinfisering av små vannmengder	0.2	"
Flotasjon for klaring av vann	3.6	"
Lamellsedimentering	1.0	"
Fjerning av nitrat fra drikkevann	1.4	"
Fjerning av organisk stoff fra drikkevann	6.7	"
pH-justering av vann fra små anlegg	2.4	"

### Transport

Gummiskjøter	2.2	årsverk
Rengjøring av rør	2.5	"
Rørmateriale	1.5	"
Kjemiske og biologiske studier av distribuert vann og rørslam	1.4	"
Rørkoblingers virkning på vannkvalitet	2.6	"

### Vannkvalitet - helse m.m.

Utvikling og vurdering av analyse-teknikker	4.9	"
Kjemisk analyse, utvikling og vurdering av teknikker	4.8	"
Biologisk kvalitet av behandlet vann	5.0	"
Utvikling av "monitoring" apparater ved bruk av aquatiske organismer	1.6	"
Utvikling av nye sensorer	1.5	"
Vurdering av tilgjengelige sensorer og "monitoring" systemer	2.0	"
Utvikling av "monitoring" systemer for vannkvalitet	2.7	"
Bestemmelse av organiske forurensningskomponenter	1.2	"
Klorerte, ikke-flyktige organiske stoffer i drikkevann	3.2	"
Studier av sporstoffer i drikkevann med særlig referanse til forholdet mellom vannkvalitet og hjerte-/karsykdommer	6.2	"
Helseaspektene knyttet til organiske komponenter i drikkevann	6.5	"

### World Health Organization

(Fra: WHO International Reference Centre for Community Water Supply, The Hague Sep. 1975, Technical Paper Serie 7.)

Anbefalte aktiviteter (alle prosjektene er foreslått gitt økonomiske rammer på minst 1 mill. US\$ og gjennomføres i løpet av 2-5 år).

### Behandling

Effektiv fjerning av særlig toksiske stoffer.

Konsentreringsteknikker for store vannvolum.

Organiske stoffer dannet ved desinfisering.

Undersøkelser vedrørende fjerning og inaktivering av virus (enteric).

### Transport

Innflytelse av rørmaterialet.

### Vannkvalitet - helse m.m.

Analysemetoder for "ikke-humus" TOC.

Analysemetoder for organisk stoff som ikke er detekterbart med gasskromatografi.

Analysemetoder for spesielle organiske halogenforbindelser.

Inngående toksikologiske studier av 10 særlig høyt prioriterte forurensningskomponenter.

Subkroniske toksikologiske studier av 50 prioriterte forurensningskomponenter.

Verdianalyse av epidemiologiske studier.

Omfattende epidemiologiske studier i pilotområder i USA og Vest Europa.

Helsestudier av befolkningsgrupper i områder med behandlet drikkevann fra sterkt forurensede vannforekomster sammenlignet med vann fra kilder med bra kvalitet.

Utvikling av biotoksikologiske "monitoring" systemer med høy selektivitet, følsomhet og rask respons.

Utvikling av toksisitetstester med celle- og organokulturer fra pattedyr.

Toksikologisk vurdering av eksisterende vannkilder.

Indikatorer for større organiske grupper.

Raske, nøyaktige og følsomme "monitoring" prosedyrer for små mengder av enteritt virus i store vannvolum.

Utvikling av "monitoring" teknikker basert på bruk av enzymer.

Analysemetoder for spesielle organiske halogener.

Utvikling av "monitoring" systemer for bestemmelse av stoffers kroniske toksisitetseffekter.

### U.S. Department of Health, Education and Welfare

"Human Health and the Environment - Some Research Needs" Desember 1976 (DHEW Publication NO NIH 77 - 1277).

Anbefalingene for drikkevannsforskning fra Department of Health, Education and Welfare tar utgangspunkt i de antagelser at forurensningene i drikkevann er medvirkende årsaker

til de to mest dominerende dødsårsaker i USA, nemlig hjertekarsykdommer og kreft. Epidemiologiske studier i løpet av den siste dekada gir indikasjoner på at det er en sammenheng mellom drikkevannskvalitet og hjertekarsykdommer.

### Tilførsel

Utvikling av prosedyrer for å skaffe oversikt over kilder og relative bidrag av forskjellige organiske, toksiske stoffer til overflatevann og grunnvann. Dette er nødvendig for å kunne bestemme den relative betydning av organiske forurensninger i drikkevann for menneskets helse i forhold til luft, mat og annen eksponering.

### Kilder

Identifikasjon av viktige forurensningskomponenter i grunnvannsreservoarer som brukes til drikkevann og studier av deres persistens, transportveger og potensielle transformasjoner til toksiske forbindelser ved behandlingsprosesser.

Undersøkelse av i hvilken grad virus er assosiert til kolloidalt og partikulært materiale i vann, og utvikling av analytiske prosedyrer som kan korrigere for slike assosiasjoner.

Utvikling av automatiserte metoder for påvisning og identifikasjon av bakterier som anvendes til "monitoring" av vannkilder på kontinuerlig basis.

### Transport

Undersøkelse av forholdet mellom vannkvalitet og korrosjon med særlig henblikk på asbest, bly, kadmium og kobber.

### Behandling

Undersøkelse av effekter av alternative behandlingsmetoder på fjerning av patogene organismer fra forskjellige råvannstyper. Bestemmelse av kroniske mage-tarm-sykdommer i befolkningsgrupper som anvender disse vanntyper.

Betingelse for dannelse av klorerte hydrokarboner ved klorering. Effekten av andre desinfiseringsmetoder på dannelsen helseskadelige stoffer.

### Vannkvalitet - helse m.m.

Utvikling av metoder for bestemmelse av organiske stoffer som eksisterende analysemetoder vanligvis ikke omfatter.

Utvikling av raske, billige, biologiske metoder for å påvise om drikkevannsforurensninger kan fremkalle kreft, mutasjoner eller misdannelser.

Epidemiologiske studier for å klarlegge betydningen av organiske forurensninger i drikkevann for kreft hos mennesker.

Laboratorie- og epidemiologiske studier for å bestemme om forurensninger i drikkevann innvirker på forplantningsevnen (inkludert misdannelser).

Undersøkelser med sikte på å avklare om bløtt vann virker negativt, evt. påvise om hardt vann har positiv innflytelse på opptreden av hjerte-karsykdommer.

Epidemiologiske studier med sikte på å undersøke i hvilken grad natrium i drikkevann kan virke inn på blodtrykk, hjerte-karsykdommer og dødelighet.

Det er et stort behov for data som kan tilkjenne de kreftfremkallende egenskapene for uorganiske forurensninger i drikkevann. Slike stoffer burde testes over lengre tid på forsøksdyr både hver for seg og i kombinasjon, og ved epidemiologiske studier av befolkningsgrupper.

Hvis man sammenfatter de forskningsaktiviteter og anbefalinger som er listet ovenfor, blir resultatet at det er behov for 1) øket kjennskap til innholdet av uorganiske og organiske stoffer og patogene mikroorganismer i ubehandlet, behandlet og transportert vann, 2) øket forståelse og kunnskap om forholdet mellom vannkvalitet og helse og 3) metoder for overvåking i forhold til den erkjennelse som man til en hver tid har om fareelementer.

Drikkevannsforsyningen i Sverige er ikke koordinert sentralt og det er vanskelig å fremskaffe en oversikt over de viktigere forskningsprosjektene. Av offentlige etater er det Statens Naturvårdsverk og Sosialstyrelsen som forestår det meste av arbeidet. Dessuten er det i kommunal regi betydelige aktiviteter på gang ved bl.a. Stockholm og Göteborg vannverk. I tillegg til dette foregår det noe arbeid med drikkevann ved en del læresteder. Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg leder et større svensk prosjekt vedrørende forandring av renvannskvalitet i distribusjonsnett.

Forskningsaktivitetene i Sverige synes for tiden å legge særlig vekt på problemer knyttet til behandling og transport av drikkevann.

Gruppen har som nevnt vært på to dagers befaring i Sverige, og på grunnlag av samtaler og diskusjoner med sentrale personer innen drikkevannssektoren synes det klart at forholdene ligger godt til rette for et forsknings- og utredningssamarbeide på dette felt.

NATOs CCMS (Committee on the Challenges of Modern Society) har et prosjekt igang "Pilot Study on Drinking Water" som skal resultere i en statusrapport om forholdene i deltakerlandene. Arbeidet utføres gjennom følgende 6 arbeidsgrupper:

- I Analytisk kjemi og databehandling.
- II Avansert renseteknologi.
- III Mikrobiologi.
- IV Helseeffekter.
- V Gjenbruk av vann.
- VI Grunnvann.

Norge deltar aktivt i gruppe I, II, III og IV.

### Nasjonalt

Gruppen har heller ikke funnet det mulig innenfor den tildelte tidsramme å fremskaffe en sikker oversikt over hvilke institusjoner som arbeider med forskning, utredninger og tilsvarende, med tilknytning til drikkevann. Vi har imidlertid på grunnlag av interne og eksterne diskusjoner og henvendelser til en rekke institusjoner, institutter og enkelt-personer notert en del temaer som bearbeides: VANNKILDER, VANNBEHANDLING, TRANSPORT, VANNKVALITET OG HELSE, DIVERSE.

Vi har ikke funnet det mulig å angi omfanget av aktivitetene. Gruppen vil understreke at oversikten ikke må ansees å være fullstendig, og det er videre viktig å poengtere at omfanget av aktiviteten bak hvert tema kan være lav. Oversikten på de følgende sider kan derfor gi inntrykk av at den nasjonale forskningsaktivitet på drikkevannssektoren er høyere enn den i virkeligheten er.

Forklaring på forkortelsene er gitt bakerst i oversikten.

Tilførsel, Kilde, Kvalitetsundersøkelser

Analyse og kartlegging av tilførsler av uorganiske og organiske komponenter fra atmosfæren.	NILU, SNSF, NIVA, IFA, SI
Humus i jord og vann.	NISK, NIVA
Tilførsel av kjemikalier fra industri.	PFI, NIVA, SI, SINTEF
Tilførsel av næringssalter og mikroorganismer fra husholdningskloakk.	NIVA, NHV, SIFF
Tilførsel av organiske stoffer fra jord og skogbruk.	NISK, NLH, SI, NIVA, SIFF
Avrenning fra avfallsdeponier (søppelfyllinger, barkdeponier).	NIVA, NLH, SI, SIFF, UFA
Overflateavrenning (fra urbane områder og veier).	NIVA, Veglab., SI
Vurdering av drikkevannskilder.	NIVA, SIFF
Strømningsstudier i innsjøer.	NIVA, VHL
Studier og kartlegging av kjemiske forhold i innsjøer.	IFA, NIVA, SI, SNSF, SIFF, UiO, UNIT



Studier og kartlegging av biologiske forhold i innsjøer. NIVA, NTH, SNSF, UNIT, PFM

Studier og kartlegging av bakteriologiske forhold i råvannskilden. NIVA, NVH, SIFF

Studier av innsjøsedimenter og deres betydning for vannkvaliteten. NIVA, UiO

Relasjoner mellom geokjemi og hydrokjemi. NLH, SIFF

Grunnvann (forekomst, kapasitet etc.). NGU, NVE, NLH, SIFF

### Behandling

Filtrering av drikkevann ved bruk av aktivt kull. IFA, NIVA, SINTEF, NTH, SIFF

Behandling av humusholdig vann. NIVA, NTH, SIFF

Kjemisk felling og filtrering av drikkevann. NIVA, SIFF, NTH

Behandling av små vannmengder. NIVA, SIFF

Oksydasjon. SIFF, NIVA

Desinfeksjon. FML, SIFF

Drift og vedlikehold av vannverk. NIVA, NTH, SIFF

### Transport

Korrosjon og utløsning m.m. i rørledninger. NIVA, SIFF

Bakteriologiske forhold i rørledninger. SIFF, NIVA

Reduksjon av lekkasje og infiltrasjon. UTV

Transporttekniske krav til ledningssystemer. UTV

Transportsystemenes funksjon. UTV

Vannkvalitet - helse m.m.

Utvikling og utprøving av kjemiske og bakteriologiske analysemetoder for vann. NIVA, SI, SIFF

Haloformer i drikkevann. NIVA, SIFF, SI

Toksisk/mutagen virkning av behandlet humusvann. SIFF, SI

Kartlegging av drikkevannets kjemiske kvalitet. SIFF, UiO

Asbest-fiber i drikkevann - helsemessige konsekvenser. SIFF

Diverse

Vannkvalitetsdata, tilrettelegging av data for EDB. NIVA, SIFF

GEMS/Water, Project on global water quality monitoring. SIFF

Utvikling og oppdatering av et norsk vannverksregister. SIFF

Beredskap ved vannverk. SIFF

Forklaring til forkortelser

SIFF:	Statens Institutt for Folkehelse
NIVA:	Norsk institutt for vannforskning
NLH:	Norges Landbrukshøgskole
NVH:	Norges Veterinærhøgskole
FML:	Forsvarets Mikrobiologiske Laboratorium
SI:	Sentralinstitutt for industriell forskning
NILU:	Norsk institutt for luftforskning
NISK:	Norsk institutt for skogforskning
PFI:	Papirindustriens forskningsinstitutt
IFA:	Institutt for Atomenergi
UiO:	Universitetet i Oslo
NGU:	Norges Geologiske Undersøkelser
NTH:	Norges Tekniske Høgskole
NVE:	Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
PFM:	NTNFs Program for miljø- og ressursovervåking
SINTEF:	Selskapet for Industriell og Teknisk Forskning
SNSF:	Sur nedbørs virkning på skog og fisk
UNIT:	Universitetet i Trondheim
UFA:	NTNFs Utvalg for fast avfall
UTV:	NTNFs Utvalg for transport av vann
Veglab.:	Statens Veglaboratorium
VHL:	Vassdrags- og havnelaboratoriet

## 6 FORSKNINGS- OG UTREDNINGSBEHOV

Råvannskvaliteten i Norge er i sammenligning med de fleste andre land i verden lite påvirket av sivilatorisk virksomhet. Det er imidlertid to forhold som må fremheves og som på mange måter er spesielle for vårt lands overflatevann: det ene er forurensninger fra atmosfæren og det annet er humus. Begge deler er komponenter som enten hver for seg eller i kombinasjon har betydning for råvannskvaliteten. På grunn av naturgitte forhold har vi dessuten et surt og mineralsaltfattig overflatevann. Også grunnvannet, særlig fra løsmasser, er vesentlig mindre mineralsaltholdig enn ellers i verden. I tillegg til dette er det viktig å peke på at vi har en stadig økende velstandsutvikling som bl.a. fører til en økende forurensningsmengde, og et økende antall av kjemiske stoffer som truer vannressursene.

Vi er imidlertid i den heldige situasjon at vi kan lære av de erfaringer som en rekke andre velstandssamfunn har gjort med hensyn til forseemring av råvannskvaliteten.

Som oversikten over den eksisterende nasjonale forskning og utredning antyder, har vi en bred kompetanse her i landet, og vi har derfor et godt utgangspunkt for å kunne ta opp de fleste viktige forsknings- og utredningsoppgaver.

### "Brukers" prioritering

Med utgangspunkt i de praktiske og helsemessige aspektene ved drikkevannsforsyningen har gruppen tatt kontakt med et utvalg på 150 kommuneingeniører og 150 helserådsordførere foruten samtlige fylkesingeniører og fylkesleger. Dessuten er et sekstitall kontrollveterinærer fordelt over hele landet kontaktet.

TABELL 4

Tallene i kolumnene nedenfor angir antall svar hvor vedkommende moment er understreket. Tallene i parentes angir % av besvarte henvendelser.

	ANTALL		%	
	Spurt	Svar	Spurt	Svar
Helserådsordførere	150	31	21	
Fylkesleger	20	12	60	
Kontrollveterinærer	63	41	65	
Human- og veterinærmedisin	233	84	36	

	ANTALL		%	
	Spurt	Svar	Spurt	Svar
Kommuneing.	150	45	30	
Fylkesing.	20	15	75	
Ingeniører	170	60	35	

TILFØRSEL	Ingeniører	Human- og vet-med.	KILDE	Ingeniører	Human- og vet-med.	BEHANDLING	Ingeniører	Human- og vet-med.	TRANSPORT	Ingeniører	Human- og vet-med.
Fra Atmosfæren:											
Tungmetaller	8(13)	9(11)	Morfometri (dybdeforhold, overflate, volum, nedørfelt, avrenning o.l.)	15(25)	13(16)	Felling: Tilsetning av kjemikalier m.h.p. å redusere løseligheten av ønskede stoffer i løsnings	12(20)	10(12)	Ledningsnett-dimensjonering	11(18)	8(10)
Organiske mikroforurenninger (OMF)	8(13)	12(14)	Fysisk tilstand	12(20)	6(7)				Materialvalg	18(30)	24(29)
Radioaktive stoffer	7(12)	5(6)	Kjemiske forhold (pH, farge, metaller, OMF, partikler)	19(32)		Oksydasjon/desinfisering			Legging av rør	7(12)	10(12)
Jord:			Bakteriologiske forh.	12(20)					Lekkasjesøking	22(37)	21(25)
Humus	20(33)	22(26)	Parasittologiske "	8(13)	19(23)				Korrosjon	14(23)	19(23)
Organiske og uorganiske partikler (erosjon)	9(15)	9(11)	Forekomst mikroorgan.	6(10)	16(19)				Utløsning av stoffer fra rørmaterialet:	15(25)	42(50)
Industri:			Overlevelsesevne "	8(13)	26(31)				Asbest	14(23)	22(26)
Uorganiske og organiske kjemikalier	3(5)	19(23)	Effekter av:						Kunststoffprodukter	14(23)	18(21)
Husholdning:			Regulering	10(17)	16(19)				Nye rørtyper	12(20)	9(11)
Plantenæringsstoffer	4(7)	15(18)	Hugst	6(10)	5(6)						
Rester av medikamenter	4(7)	10(12)	Lagringstid	11(18)	7(8)						
Jordbruk:			Myrgrøfting	10(17)	15(18)						
Pesticider	9(15)	28(33)	Gjødsling	10(17)	23(27)						
Gjødselrester	9(15)	36(43)	Annen arealutnyttelse	5(8)	6(7)						
Silosaft	10(17)	30(36)	Slam-elementmobilitet	3(5)	11(13)						
OMF	8(13)	14(17)	Evt. andre tiltak (kalking, mineraltilsetning, felingskjemikalier)	7(12)	12(14)						
Avfallsdeponier:			Spredningsmekanisme (for forurensning)	5(8)	17(20)						
Tungmetaller	3(5)	22(26)	Grunnvann:								
OMF	4(7)	15(19)	Forekomst	10(17)	17(20)						
Organiske og uorganiske ekstrakter	5(8)	17(20)	Transport-strømming	9(15)	14(17)						
			Selvrensing	15(25)	30(36)						

Henvendelsen tok sikte på å få synspunkter om hvilke områder og felter vedrørende drikkevann som hadde særlig krav på forsknings- og utredningsoppmerksomhet. Henvendelsen inneholdt en stikkordliste over aktuelle tema og problemstillinger og mottakeren ble anmodet om å understreke de oppgaver som ble ansett å være viktigst. Det ble også etterlyst supplerende problemstillinger. I tabell 4 er gjengitt stikkordlistens utforming og innhold og dessuten oversikt over svarene som innkom. Oversikten angir også den prosentvise fordeling av svarene og av de prioriterte oppgavene.

På tross av at henvendelsen var formulert på en slik måte at svarene burde medføre en minimal ekstrabelastning for svareren, var det en påfallende lav svarprosent.

Med utgangspunkt i innsamlet informasjon og gruppens egen kompetanse vil i det følgende forsknings- og utredningsbehovet bli nærmere omtalt.

### Tilførsler

Den økende tilførsel av langtransporterte forurensninger fra atmosfæren er totalt sett et problem for våre overflatevannsforekomster som vi ikke kjenner omfanget av. Både forsurening, tilførsel av tungmetaller og organiske (mikro)forurensninger er komponenter som vi må ta hensyn til. Den informasjon som SNSF-prosjektet (Sur nedbørs virkning på skog og fisk) har fremskaffet over atmosfæriske nedfall av sure og toksiske komponenter er et godt utgangspunkt for å studere virkningene på vannkvaliteten. I denne sammenheng er de kompliserte reaksjonsmekanismene i jord viktige å arbeide videre med. Forholdet mellom forsurening og elementmobilisering, forholdet mellom organiske forurensninger, toksiske elementer og humus som mobiliserende komponent og forholdet mellom organiske og uorganiske partikler fra jord, og transporten av forurensningskomponenter til og i vannforekomster er problemstillinger som er meget omfattende, men som kan være av fundamental betydning for vurdering av råvannskvalitet og for valg av behandlingsmetode.

SNSF-prosjektet har hatt som en hovedmålsetning å avklare de biologiske effekter av forsurening. Konklusjonen har vært at forsuringen virker negativt på livet i ferskvann.

Fra et drikkevannssynspunkt må man ha øye for at forsuringen i tillegg til den direkte kjemiske kvalitetsforandring også kan resultere i redusert biologisk aktivitet, altså redusert selvrensing.

I sammenheng med utbedring av vannverk, så vel som økt sivilisatorisk påvirkning av vannforekomster vil både behovet for å ta i bruk nye vannkilder og faren for uheldige påvirkninger av drikkevannsforekomstene øke. For å sikre seg mot at de skadelige komponenter når frem til konsumenten, bør man i slike tilfeller arbeide for å få et pålitelig varslingsystem. Dette betyr at det bør være en aktivitet i gang i overvåking/varslingsøyemed. Vi antar at en forskningsinnsats særlig bør omfatte utvikling av enkle og robuste sensorer og sensitive biotester.

Utslipp av avløpsvann vil alltid måtte bli et helsemessig problem når nedenforliggende vannforekomster utnyttes til drikkevann. Et samfunn i utvikling vil stadig produsere nye kjemikalier og nye nedbrytningsprodukter (metabolitter), og øket medikamentbruk vil bl.a. kunne resultere i dominans av "nye" mikroorganismer. Det synes å være påkrevet å studere husholdningskloakk mer inngående m.h.p. bakterier, virus og parasitter, indikatororganismenes forhold til patogene organismer samt rester av medikamenter.

Den restriktive holdning man har hatt i vårt land med hensyn til å ta i bruk og spre pesticider gir grunnlag for å anta at pesticidbruken i jord- og skogbruk ikke er noe alvorlig problem. Imidlertid vil det alltid være slik at ny erfaring og ny erkjennelse anvendt på gamle problemer kan gi nye konklusjoner. I tilknytning til drikkevann og menneskers helse bør ikke pesticidproblematikken neglisjeres. Omsetning og nedbrytning av pesticider under norske forhold bør eksempelvis undersøkes.

Som et eksempel på ny erkjennelse kan nevnes at humus i jord og vann antas å ha kompleksdannende egenskaper overfor et stort antall organiske stoffgrupper, som på den måten kan maskeres og derved unngå eksisterende analyseteknikk.

I et samfunn med velstandsvekst har man som regel også en økende mengde avfall som øker i diversitet. I vårt land vil man neppe unngå å ha avfallsdeponier oppstrøms drikkevannsføremønstre, og avrenningsvannet fra forskjellige typer avfallsdeponier bør vies en viss oppmerksomhet, både fra kjemisk (uorganisk og organisk) og fra mikrobiologisk og teknisk synspunkt. Vi antar at slike oppgaver fortrinnsvis bør ha preg av utredninger eller registreringer.

Avrenningsvann fra veibaner kan teoretisk inneholde et utall av forurensningskomponenter som kan nå drikkevannsføremønstrene. Det er utført mye forskning på dette området i andre land. Imidlertid kan forholdene i vårt land på mange måter være annerledes som følge f.eks. av andre klimatiske forhold som i perioder bl.a. medfører bruk av piggdekk. Det er derfor relevant med en nasjonal forskningsinnsats på dette felt.

Avrenning fra landbruk kan påvirke nærliggende vannkilders mikrobiologiske og kjemiske (fosfor- og nitrogenforbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner) kvalitet. Også innholdet av partikulært materiale kan influeres på grunn av øket erosjon.

Overflateavrenning generelt synes å ha behov for utredning på en rekke forskjellige måter, eksempelvis konsekvensanalyser av uhell i nedbørfelt for drikkevannskilder. Avrenning fra skytebaner, fra gravplasser og fra flyplasser kan ha komponenter som det må tas hensyn til.

#### Kilder (overflatevann)

I vårt land er det som regel overflatevann som benyttes til drikkevannsføremål og totalt sett vil det være denne type som har krav på størst oppmerksomhet ennå en tid fremover.



Vurderinger av råvannskilder vil i enkelte tilfeller måtte baseres på bort imot alle "elementer" man har innenfor ferskvannsforskning. En rekke av disse "elementene" er utdannelses- og erfaringsbasert, mens andre representerer gamle problemstillinger som er nye i drikkevannssammenheng. Atter andre er nye som følge av ny erkjennelse. Etter hvert som man i økende grad må ta i bruk råvannskilder som er påvirket av sivilisatoriske aktiviteter, og etter hvert som ny viten om kvalitetsforholdene i eksisterende kilder erverves, må stadig flere komponenter tas med i vurderingen. Behovet for mer viten om en rekke forhold tvinger seg frem, ikke minst fordi forvaltningen trenger grunnlag for sine avgjørelser.

Studier av strømningsmønsteret kan være av betydning f.eks. for å plassere vanninntaket til et vannverk på det gunstigste dyp i innsjøen. De ulike mekanismer som bestemmer strømmene i et vannmagasin er i stor grad kjent. Modellering av strømningsmønsteret i vann vil være et nyttig bidrag til helhetsvurderingen av en vannforekomst og for de beste tekniske løsningene.

De kjemiske, de mikrobiologiske og de biologiske forhold i råvannsforkomster er vesentlige faktorer å ta hensyn til. De fleste av de komponentene som har betydning, har man vanligvis kjennskap til. Det er imidlertid et par forhold som har krav på oppmerksomhet, dels fordi de er nye og dels fordi nyere erkjennelse har aktualisert øket forskningsinnsats.

Humus - metaller - organiske forurensninger - partikkelinnhold, som er skissert under overskriften tilførsler, er naturlig nok relevante problemstillinger i kildesammenheng. I tillegg til dette er de biologiske tilstander i forhold til dannelsen av algetoksiner og metabolitter av aquatiske organismer som forårsaker generende lukt og smak av betydning.

De virologiske og parasitologiske forhold i råvannsforkomster har hittil vært relativt lite påaktet, og det synes viktig med en øket innsats omkring forekomst av virus og parasitter og deres evne til å overleve under varierende forhold i vann i relasjon til indikatororganismene.

Betingelser og forutsetninger for klausulering og sikring av drikkevannsforekomster har krav på vesentlig mer oppmerksomhet i fremtiden. For å bedre grunnlaget for båndlegging av aktiviteter i nedbørfeltet for drikkevannsforekomster er det foruten kjennskap til det som er anført ovenfor viktig å vite mer om effekten av

regulering

hugst

lagringstid

overflateavrenning fra landbruksarealer

grøfting

gjødsling

sprøyting

slam - element-mobilisering

friluftsliv (fiske, bading, båttrafikk)

turgåing, teltslagning, skiutfart m.m.

anleggsvirksomhet

evt. andre tiltak

#### Kilder (grunnvann)

De fleste vannverk her i landet er basert på overflatevann og som nevnt i kapittel 3 kan en overflatevannkilde ofte være meget sårbar overfor uhell og sabotasje. En grunnvannskilde, særlig i løsmasser, er på den annen side som oftest meget vel beskyttet og vannet har i mange tilfeller gjennomgått en langvarig, naturlig, biologisk, kjemisk og mekanisk behandling.

Nasjonale oversikter over grunnvannsforekomster bør utarbeides på grunnlag av den informasjon man i dag har ved Norges geologiske undersøkelser, Norges landbrukshøyskole og ved Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen. Slike oversikter bør primært ta sikte på å kartlegge forekomst av løsmasser for direkte grunnvannsuttak så vel som egnede forekomster for infiltrasjon. I neste fase vil det være nødvendig med kapasitets- og kvalitetsundersøkelser. Ved en øket innsats på forskning omkring grunnvann vil det bli nødvendig med øket kompetanse omkring selvsrensningseffekter, infiltrasjon og strømningsforhold. Og ved

en øket utnyttelse av grunnvannsforekomstene til drikkevannsformål vil myndighetene ved klausulering og sikring ha behov for eksperthjelp med hensyn til effekter av en rekke typer av arealutnyttelse, så som gjødsling, regulering, veganlegg, anleggsvirksomhet, grusuttak o.l.

### Kilder (regnvann)

Regnvann nyttes til drikkevann først og fremst i forbindelse med fritidsboliger, og har betydning for en rekke mennesker, særlig om sommeren i kyststrøkene.

Det synes å være et reelt behov for å vite mer om forholdet mellom oppsamlingsmåte og vannkvalitet så vel som effekten av lagringstid og lagringsmåte på vannkvaliteten og metoder for behandling av regnvann.

### Vannbehandling

Et viktig prinsipp i vår nasjonale vannverkspolitikk bør fortsatt være å beskytte våre drikkevannskilder så godt som mulig mot tilførsel av forurensninger, slik at drikkevannet i størst mulig grad beholder sin naturlige kvalitet. Med økende mengder og antall av forurensningskomponenter i råvannskildene, blir kravet til renseteknologien større. Også befolkningens økede krav til kvalitetsmessig tilfredsstillende vann, fordrer etter hvert større grad av vannbehandling enn tidligere.

Når vannbehandling introduseres, bør prinsippet være at en tilstøttet forandring av vannkvaliteten oppnås uten uheldige bieffekter, og med minst mulig tilsetning av nye stoffer.

### Filtrering

Planfiltrering eller siling er en ren fysisk separasjon hvor partikler som er for store til å passere gjennom silduken blir holdt tilbake. Siling er altså en mekanisk behandling. I

praksis benyttes i dag som regel silduk av kunststoff.

Dybdefiltrering gjennom ulike filtermedia er en metode som har vært i bruk i lengre tid på drikkevanns sektoren. Prinsippet for filtrering er først og fremst den mekaniske silings-effekten, som tilfellet er med f.eks. sand. I tillegg er det for en rekke filtermateriale klare adsorpsjonseffekter. Aktivt kull vil f.eks. virke som en adsorbent på en rekke organiske stoffer. Det er behov for innsats når det gjelder filtrering av drikkevann. Silenes utforming er bestemt av råvannets innhold av makroskopiske forurensninger. For dybdefiltre må bruk av eksisterende og nye filtertyper utprøves for norske vann typer. Nye filtermedia og teknikker må utvikles, herunder kombinert bruk av forskjellige typer filtermedia.

### Separasjon

Separasjon av suspendert stoff fra vannet er svært viktig for det totale resultat i et vannbehandlingsanlegg. De vanligste prosesser som anvedes er konvensjonell sedimentering, lamell-sedimentering eller flotasjon. Det er behov for å se nøyere på effekten av ulike separasjonsenheter og hva som eventuelt kan gjøres for å bedre disse. En utvidet bruk av forskjellige varianter av lamellsedimentering vil også kunne forventes i Norge. Det er svært viktig å innhente driftserfaringer fra disse på et tidlig tidspunkt, slik at bruk av uheldige løsninger kan unngås. Det vil også kunne bli behov for anvendelse av nye teknikker i forbindelse med separasjon. Dette gjelder i første rekke teknikker som er tilpasset små vannverk.

### Kjemisk felling

Ved kjemisk felling brukes vanligvis aluminiumsulfat, men også jernsulfat eller jernklorid som fellingskjemikalier. Det tilsatte reagens omdannes til hydratiserte fnokker som på grunn av sin store overflate og gunstige ladning "suger" til seg de forurensningene som er i kolloidal form. Hvilke faktorer som virker inn på de fysiske-kjemiske prosesser som finner sted

under denne behandling er ikke tilstrekkelig klarlagt. Det vil være nødvendig på lengre sikt å forstå disse virkningene bedre, bl.a. for å optimalisere fellingsbetingelsene og eventuelt utnytte andre kjemikalier. Det er ønskelig å minimalisere tilsetningen av nye stoffer til drikkevann, fordi dette kan medføre nye usikre effekter, f.eks. ved urene kjemikalier, bireaksjoner m.m. Ved utnyttelse av felling som metode for drikkevannsbehandling er det av vesentlig betydning i kvalitetssammenheng at man har doseringsutstyr som virker nøyaktig idet både overdosering og underdosering ikke kan aksepteres.

Mulighetene for generering av fellingskjemikaliene f.eks. ved elektrolyse, bør vurderes. Likeledes bør behandling av vann ved bruk av oksyder av de mest brukte fellingskjemikalier vurderes.

Ved kjemisk felling må fnokkene med de adsorberte forurensningene skilles fra vannet. Dette gjøres ved sedimentering eller flotasjon, og dybdefiltrering.

### Oksydasjon

Oksydasjon for fjerning av organisk stoff fra råvann er lite anvendt. Oson, klor og permanganat har vært benyttet for reduksjon av fargen i vann. Ingen av disse oksydasjonsmidlene er særlig attraktive eller praktiske med henblikk på å fjerne forurensningskomponenter. Man innfører ofte nye usikkerheter ved at tilsetning av disse typer kjemikalier kan forårsake dannelse av nye helseskadelige stoffer, som f.eks. dannelse av haloformer ved klorering av humusholdig vann. Ufullstendig mineralisering av organisk stoff kan dessuten føre til slamproblemer i distribusjonsnett. Imidlertid synes det viktig å ha et sideblikk til oksydasjon som prinsipp i vannbehandlingsøyemed i de tilfeller oksydasjon fører til karbondioksyd og vann som sluttprodukt. Kombinasjonen av oksydasjonsmiddel og UV-bestråling brukes i vannanalytisk sammenheng for mineralisering av organisk stoff. Det synes interessant å søke å utnytte denne kombinasjon også ved vannbehandlingsanlegg. En

behandlingsmetode som uten tilsetning av "naturfremmede" stoffer omdanner organisk stoff til karbondioksyd og vann, er attraktivt i en rekke sammenhenger. Det er naturlig å inkludere drift- og økonomiske forhold, virkemåte og positive og negative effekter i en slik forskningsoppgave.

### Desinfeksjon

Patogene organismer spres gjennom vann, og kjemikalietilsetning til drikkevann for å befri vannet for helseskadelige mikroorganismer har vært i bruk i lang tid. Klor og klorforbindelser har i alle år dominert som desinfeksjonsmiddel. Det er påvist at klorering danner helseskadelige biprodukter og behovet for et alternativ for klor er stort. Selv om vestlige land er opptatt av dette problemet og forskningsaktivitetene er store, synes det riktig med et betydelig engasjement også her i landet. Det er nødvendig med en forskningsinnsats dels for å utnytte og forstå andres forskningsresultater og dels fordi vårt overflatevann ofte inneholder humus, et stoff som er en viktig kilde for dannelsen av haloformer ved klorering.

Blant de desinfeksjonsmetoder som det er aktuelt å studere nærmere, er UV-bestråling i kombinasjon med visse kjemikalier. Det må ved utprøving av nye kjemikalier eller prinsipper for desinfeksjon være en forutsetning at effekten og virkemåten på mikroorganismer og forekomst av nydannede kjemiske forbindelser utforskes, og at potensielle bieffekter avklares.

### Annen behandling

#### Alkalisering

Det forhold at de fleste vannforekomstene i vårt land har bløtt, surt overflatevann, resulterer i betydelige korrosjonsproblemer. For å minske eller eliminere denne korrosjon kan man redusere vannets surhet ved alkalisering. Det er påkrevet å avklare de

tekniske og økonomiske forhold samt de hygieniske konsekvenser ved bruk av ulike alkaliseringskjemikalier.

#### Avherding

Ved høy hardhet i råvannet kan det av praktiske grunner være ønskelig med en avherding. Avherdingen foregår som oftest ved å la vannet passere gjennom en ionebytter. Dette betyr vanligvis at kalsium og magnesium i vannet byttes ut med andre positivt ladete ioner, som oftest natrium. Foreløpig synes det ikke påkrevet med noen stor innsats på dette punkt her i landet, men dersom grunnvann får øket anvendelse kan dette bli aktuelt, selv om hardheten i norske grunnvannsforekomster vanligvis er relativt lav.

#### Jern- og manganreduksjon

Hvis jern og mangan foreligger i for høye konsentrasjoner i råvannet bør innholdet av disse elementene av praktiske grunner reduseres. Dette skjer som regel ved oksydasjon, etterfulgt av filtrering. Oksydasjonen kan foregå ved lufting, eller ved tilsetning av permanganat, klor eller ozon. Innholdet av jern og mangan kan også reduseres ved ionebytting.

Høyt innhold av jern og mangan kan forekomme i grunnvann, og tekniske og økonomiske forhold ved bygging og drift av anlegg for jern- og manganreduksjon bør vurderes nærmere. Spesielt viktig er det å avklare hvilket oksydasjonsmiddel som bør brukes for forskjellige vanntyper, og oksydasjonsbetingelsene. Jern- og manganreduksjon kan være aktuelt på store vannverk, og på enkeltvannforsyningsanlegg.

#### Magnetbehandling

Magnetbehandling av vann har som primær hensikt å redusere kalkavleiringer i transportsystemene. I praksis anvendes metoden her i landet i rørledninger på vannbehandlingsanlegg som

transporterer kalkslurry. Uten at man har kjennskap til de mekanismer som er involvert, synes en slik magnetbehandling å virke etter hensikten. Behandlingsmetoden synes å være tilstrekkelig utredet fra et teknisk synspunkt. De hygieniske aspekter vet man imidlertid foreløpig ingenting om, og dersom metoden finner økt anvendelse, bør disse spørsmål bringes inn.

#### Behandling av små vannmengder

De senere års sentraliseringsprinsipp har resultert i en rekke store vannbehandlingsanlegg. Uansett hvilke tendenser man har og hvilken politikk som vil bli ført i 1980-årene, er det viktig å være klar over at 1/3 av landets befolkning har spredt bosetning og av praktiske grunner ikke kan forsynes fra større vannbehandlingsanlegg. Denne befolkningsgruppen på over 1 million mennesker bør også forsynes med tilfredsstillende vann.

Det eksisterer en rekke metoder for desinfisering, alkalisering, jern- og manganfjerning og avherding for små vannmengder. Det bør foretas en utredning om tilgjengelig teknologi for behandling av små vannmengder. Deretter bør behovet for nye metoder avklares.

#### Dimensjonering av vannverk

Vannbehandlingsanlegg er vanligvis sammensatt av en rekke enhetsprosesser (siling, lufting, felling, sedimentering, flotasjon, filtrering, klorering, alkalisering, bestråling osv.).

Dimensjonering av de ulike enhetsprosesser som inngår i et vannverk er i dag stort sett basert på tilrådinger fra utenlandske leverandører. Det er behov for å vurdere eksisterende normer for dimensjoneringskriterier. Dernest bør det gjøres en grundig funksjons- og driftsanalyse av de mest anvendte enhetsprosesser, slik at det kan utarbeides felles nasjonale retningslinjer for dimensjonering av enhetsprosessene i vannverk. I tillegg bør det lages kvalitetsnormer for utstyr til



vannbehandlingsanlegg, slik at kommunene er sikret en minimumsstandard ved kjøp av et komplett vannbehandlingsanlegg eller prosessutstyr til et anlegg.

Kvaliteten av det råvannet som skal behandles, er bestemmende for de behandlingsmetoder som velges. Det har tidligere vist seg at det har vært valgt uheldige kombinasjoner av enhetsprosesser. Dette har ofte forårsaket vanskelige driftsforhold og dårlige renseresultater, selv om hver enkelt enhetsprosess har vært tilnærmet riktig dimensjonert. For å unngå dette problemet bør det gis klare retningslinjer for hvordan enhetsprosessene settes sammen for å gi en vellykket behandling av vannet.

#### Drift og vedlikehold av vannverk

En rekke av våre vannbehandlings-anlegg virker ikke tilfredsstillende. Dette skyldes en rekke faktorer, deriblant feil dimensjonering av en eller flere av anleggsenhetene, feilkobling av enhetsprosesser, nedslitt og lite tidsmessig mekanisk utstyr på anlegget, dårlig service med hensyn til levering av reservedeler, stor variasjon av råvannskvaliteten inn på vannverket, manglende utstyr for kontroll av rense- eller behandlingsprosessen, manglende opplæring av driftspersonale, eller dårlige arbeidsforhold. I tillegg kan driften av vannverket være så lavt prioritert at driftspersonalet ikke får den nødvendige tid til å drive vannverket på forsvarlig måte.

Hvilke av de nevnte faktorer som er viktigst, kan ikke besvares generelt. I svært mange kommuner med dårlige driftsforhold er det en kombinasjon av flere faktorer. Mye tyder på at manglende opplæring er en av hovedårsakene til dårlige driftsforhold ved norske vannverk. NOU 1978:19 "Personell til vannforsynings- og avløpsanlegg" foreslår en klassifisering av vannverkene og sertifisering av driftspersonalet. Kun driftsoperatører med den nødvendige skolering vil kunne oppnå driftssertifikat.

En oppgradering av kunnskapsnivået hos operatører vedrørende vannkjemi, hygiene og generell drift vil nødvendigvis ta lang

tid. Det vil derfor være nødvendig med skolering i en overgangsperiode. Assistanse bør gis gjennom direkte hjelp til optimalisering av prosesser foruten informasjon om resultater fra driftsundersøkelser i ulike kommuner. Denne aktiviteten bør ha et omfang av en slik størrelse at virkningen er merkbar på landsbasis. Det finnes i dag ca. 350 vannverk som forsyner flere enn 1000 personer, og ca 900 små vannverk som forsyner mellom 1000 og 100 personer. Dersom vi tar utgangspunkt i at begge disse grupper har behov for adekvat assistanse, må det bygges opp kompetanse på det lokale plan, som kan yte bistand i sitt område. En videreutvikling av det tradisjonelle interkommunale samarbeide på vannforsyningssiden bør omfatte drift av vannverk. Det bør legges vekt på at det opprettes informasjonskanaler som sikrer at driftspersonalet får tilstrekkelig kompetanse til å kunne løse de driftsproblemer som kan oppstå.

Mindre vannverk kan være organisert i form av andelsslag, hvor den tekniske kompetanse kan være mangelfull. Det bør klarlegges hvordan driften av disse anleggene mest hensiktsmessig kan forbedres.

Foruten den rent behandlingstekniske utformingen av vannverk, bør det også tas sikte på å utarbeide retningslinjer for utforming med hensyn til arbeidsmiljø (krav til sikkerhet, hygieniske forhold etc.).

Det er svært viktig med god kommunikasjon mellom driftssiden, forskningssektoren og forvaltningen. Dette vil bidra til at det som skjer av forskning vedrørende vannbehandling, ikke er "ute av fase" med de problemene kommunene føler de har behov for kunnskap for å kunne løse, og de tiltak forvaltningen mener er påkrevet.

### Automatisering

Selv om vannbehandling aldri kan automatiseres slik at prosessene vil kunne fungere uten tilsyn i lengre tid, har de senere års utvikling innen elektronikk lagt forholdene til rette for

en langt høyere grad av automatisert drift enn det som tidligere var mulig å oppnå. Bestrebelsene for å bedre driftsforholdene og for å utvikle små og enkle vannbehandlingsanlegg vil øke behovet for automatisering. Det vil være viktig ved utvikling av slike anlegg å ha en automatisering for øyet.

### Vannverkslam

Vannbehandling resulterer i de aller fleste tilfeller i noe avfall, oftest i form av slam. Det er ikke utført særlig inngående studier over konsekvensene ved deponering av slikt avfall fra vannbehandlingsanlegg. Kjemisk felling i et vannverk vil resultere i et slam som må fjernes fra vannverket. Mange steder slippes dette slammet ut i råvannskilden, med mulige uheldige effekter for det biologiske liv i vannforekomsten.

Det bør også i Norge arbeides mot mer miljøvennlige disponeringsformer for dette slammet. Bruksverdien av slammet i forbindelse med fjerning av fosfor i avløpsrensaneanlegg bør undersøkes. I tillegg bør tekniske og økonomiske forhold ved viderebehandling av slammet vurderes.

### Transport

NTNFs Utvalg for transport av vann (UTV) har et program vedrørende transport av vann. Av utvalgets prosjektoversikt for perioden 1977 til 1979 går det frem at aktivitetene er fordelt på: kartlegging av teknisk tilstand, reduksjon av lekkasjer og infiltrasjon, transporttekniske krav til ledningssystemet, transportsystemets funksjon og ledningenes tekniske utforming. Aktivitetene omkring disse tema summerer seg opp til noe over 3 millioner kroner for perioden 1977 - 1980.

UTV har i sitt opplegg konsentrert aktivitetene om avløpsvann. Det synes imidlertid å være en del områder hvor resultatene uten stor ekstrainsats kan anvendes på vannforsyningsproblemer. For å markere en grenseoppgang i forhold til UTV, vil vi i det følgende ta som utgangspunkt at de mer teknisk

orienterte problemstillingene med hensyn til transport av drikkevann tas hånd om av UTV, så som:

Ledningsnettdimensjonering

Legging av rør

Lekkasjesøking

Bruddvarsling

Ventiler

Rehabilitering av rør

og vi vil derfor ikke omtale disse forhold ved transport av vann nærmere. Vi går ut fra at de kvalitetsmessige og hygieniske spørsmål knyttet til transport av drikkevann ikke dekkes av UTV. Vi kan heller ikke se at korrosjonsproblematikken er behandlet i særlig stor grad, og vil derfor omtale disse problemene litt nærmere.

#### Korrosjon/korrosjonsbeskyttelse/nye rørtyper

Korrosjonsproblemene knyttet til transport av drikkevann har en økonomisk og en hygienisk side. Det er vel kjent at korrosjon av metaller og andre materialtyper representerer store verdier i et moderne samfunn, og av rent økonomiske årsaker er det av avgjørende betydning å redusere angrepet på rør og utstyr. Ved korrosjon kan drikkevannets kvalitet endres slik at det kan få betydning for folks helse. Et hvert tiltak mot korrosjon må derfor sees i forhold til disse problemer. En forutsetning for riktig korrosjonsbeskyttelse er en forståelse av korrosjonsmekanismene som er involvert ved de ulike vann-typene. I forsøk på å redusere korrosjonsproblemene er det åpenbart at nye rør og rørmaterialer må vurderes fra et teknisk-økonomisk synspunkt. De kvalitetsmessige problemene knyttet til korrosjon er store over alt i verden, og det er særlig utløsning av tungmetaller fra koblinger og armatur og asbestsementrør som er bekymringsfullt. I søken etter nye rørmaterialer er det av vesentlig betydning at utløsning av stoffer gis en inngående hygienisk vurdering. Likeledes er det viktig at man i tilknytning til korrosjonsbeskyttelse, enten ved tilsetning av inhiberende stoffer eller ved fysisk beskyttelse

av røroverflaten, både tar hensyn til de kvalitetsendringer av vannet som dette innebærer og de hygieniske konsekvenser.

### Slamdannelse

Slam i transportsystemene kan være en betydelig ulempe for brukeren og er en av de hyppigste årsaker til klager på vannkvaliteten. Årsaken til dannelse av slam i rørsystemene er både av kjemisk, biologisk og mikrobiologisk natur, og problemene er vel beskrevet både i utenlandk og norsk litteratur. I tilknytning til forskningsaktivitetene på vannbehandlingssektoren må man ta hensyn til dette problemet.

### Vannkvalitet - helse

#### Kjemi

En relevant hygienisk bedømmelse av vannkvalitet er i dag avhengig av et stort antall analyseparametre. Inntil for ganske kort tid siden ble drikkevann hovedsakelig karakterisert ved innholdet av uorganiske komponenter. Det eneste uttrykk for organisk stoff var vanligvis farge og kjemisk oksygenforbruk. Etter hvert som kvalitetskravene og analysekompetansen har øket, har også kvalitetsbedømmelsen blitt stadig mer komplisert. Den uorganiske bedømmelse av kvalitet er stort sett i dag en rutinesak. Når det gjelder analyse av organiske komponenter, er disse ofte både arbeidskrevende og vanskelige, og krever ofte forholdsvis avansert analyseutstyr. Organisk-kjemiske vannanalyser er i stor grad i et utviklingsstadium. Gasskromatografiske analysemetoder er tatt i bruk og kan etter hvert utnyttes rutinemessig på en rekke problemområder. Det er imidlertid viktig å være klar over at dette analyseprinsipp bare omfatter størrelsesorden 1/3 av de stoffer som i mange tilfeller vil være til stede i en vannprøve. Ettersom organiske forurensninger fra et helsemessig synspunkt kan være viktige, er det vesentlig at forskningen innrettes mot utvikling av analyseprosedyrer for disse komponentene.

## Mikrobiologi

Den bakteriologiske del av mikrobiologien synes i stor grad å være dekket, i alle fall i forhold til den øvrige del, og særlig i forhold til virologiske problemstillinger. Det synes å være et stort behov for å starte virologisk metodeutvikling og tilpassing av metoder som er i bruk andre steder i verden.

For bedømmelse av vannkvalitet er det viktig at metoder for vurdering av biologiske effekter, f.eks. mutagenitet, legges til rette for drikkevann.

## Epidemiologiske studier

Det er lite trolig at man bare på grunnlag av en kjemisk identifikasjon av et helseskadelig stoff i drikkevann vil kunne påvise at dette influerer på den fysiske helse. Det er f.eks. fortsatt et åpent spørsmål om det kreftfremmende kloroform, som dannes i små mengder ved klorering av bl.a. humusholdig vann, kan påvises å fremkalle kreft ved konsum. I slike tilfeller kan epidemiologiske studier være til stor hjelp. Etter gruppens oppfatning bør slike studier få en bred plass i tilknytning til drikkevann. Det er viktig å minne om at forutsetningene for epidemiologiske studier i vårt land er store, takket være de data som Kreftregisteret og Epidemiologisk avdeling ved SIFF (Meldesystem for infeksjonssykdommer) kan fremskaffe.

## Holdninger til vann

Som anført tidligere er alle avhengige av noe vann hver dag i en eller annen form. Til tross for at vi har mye rent vann her i landet er det en økende tendens i retning av i tilsette smakstoffer til drikkevann, eller velge andre typer forfriskninger. Vann tilbys heller ikke alltid som alternativ drikke på restauranter eller kafeer. Ettersom vann er en vesentlig del av tilværelsen for alle, vil det være ønskelig med en oversikt over våre holdninger til drikkevann. Dette vil kunne være retningsgivende for en del av vår forskningsaktivitet. Vi vil foreslå at dette spørsmålet søkes klarlagt i en tidlig fase.

## Diverse

### Databank

Drikkevann har vært en sentralt tema i alle tider og interessen for drikkevannskvalitet har alltid vært stor. Kjemisk og bakteriologisk analyseteknikk har vært anvendt på drikkevann etter hvert som de er utviklet, og det er i årenes løp samlet inn mye karakteriseringsdata for råvann og for ferdigbehandlet vann.

De fleste av disse data er imidlertid vanskelig tilgjengelig idet de foreligger spredt i notater, rapporter og publikasjoner. Det ville selvsagt være meget nyttig fra et forvaltningssynspunkt, og ikke minst i tilknytning til vannforsyningsspørsmål, om flest mulig av disse data ble gjort tilgjengelige for EDB. Dette ville være nyttig for å fremskaffe regionale oversikter, for å studere utviklingstendenser i tid og ikke minst i forbindelse med epidemiologiske studier.

### Økonomisk analyse av drift og vannforbruk

Det er naturlig at vannverk ikke alltid har en optimal økonomisk drift. Det vil være nyttig med en inngående økonomisk driftsanalyse av en del vannverk av forskjellig størrelse og med forskjellig råvann og distribusjonsproblemer.

Det er kjent at vannlekkasjer representerer et betydelig vann-tap. De økonomiske og praktiske konsekvenser av dette bør undersøkes. Etter gruppens oppfatning vil en omfattende analyse av vannforbruket være et meget nyttig utgangspunkt for en rekke disposisjoner i vannverkssammenheng.

### Internasjonalt samarbeide

Det meste av nye oppdagelser og forskningsresultater kan man lese om i internasjonal fagpresse og på den måten bygge videre på andres erfaringer. Det er imidlertid et faktum at resul-

tater som finnes i fagjournaler vanligvis er 1 - 2 år gamle, og den faglige kommunikasjon blir på denne måten langsom. Ved et aktivt faglig forskningssamarbeide omkring tema med store sammenfallende interesser, kan man på den annen side få resultater kort tid etter at de foreligger, samtidig som man får vurdert sine egne resultater, ideer og synspunkter av flere fagpersoner. Internasjonalt samarbeide av den karakter som initieres av WHO (World Health Organization), OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), NATO-CCMS (Committee on the Challenges of Modern Society), EUROCOOP-COST (European Cooperation and Coordination in the Field of Scientific and Technical Research) synes meget hensiktsmessig i dette henseende. Det antas imidlertid å være særlig viktig å søke samarbeidsprosjekter innenfor Norden hvor det er korte avstander. En viktig betingelse for et brukbart faglig samarbeide er god personlig kontakt.



## 7 INFORMASJON

Alle fremskritt i vårt samfunn er basert på at man bygger videre på våre forfedres erfaringer, og jo bedre man kan nyttiggjøre seg andres erfaringer jo raskere og bedre går utviklingen. For at man skal kunne overbringe sin erfaring til andre, er det to betingelser som må være oppfylt. For det første må man sørge for at budskapet når mottakeren og siden må man sørge for at mottakeren forstår det på den måten man ønsker at det skal forståes. Man kan si at den første betingelsen lenge har vært det største problem. Men i dagens samfunn er dette problem redusert idet man nå egentlig har tilstrekkelig mange informasjonskanaler. Problemet er nå på den annen side at det ikke bare er ett budskap som skal oppfattes, men etter hvert et stort antall som skal mottaes samtidig. Mottakeren har imidlertid begrensede muligheter for å oppfatte alle budskap og er nødt til å prioritere. Dette betyr igjen at dersom man har informasjon som man mener er betydningsfull, må man i økende grad ta hensyn til disse mottakerproblemene og presentere budskapet på en attraktiv og oversiktlig måte. Man har en klar plikt til å ha omtanke for mottakeren ved å bruke den nødvendige tid på å formulere problemet og budskapets innhold.

Gruppen vil gjerne fremheve betydningen og nødvendigheten av informasjon og opplæring i forbindelse med forskningsresultater og utredninger om drikkevann, og at god informasjon mellom bruker, forsker og forvaltning er en betingelse for maksimal utnyttelse av erfaringene totalt.

Drikkevann angår alle og interesserer de fleste, men alle interessenter har ikke nødvendigvis krav på eller nytte av all den informasjon som forskning og utredningsarbeide fremskaffer. Budskapene vil måtte formuleres og fremlegges på forskjellig måte avhengig av mottakerens forutsetninger og interesser. Nettopp fordi drikkevann angår alle og spørsmål om drikkevannets kvalitet ofte engasjerer sterkt følelsesmessig, har drikkevannsforskeren et særlig stort ansvar når

det gjelder å publisere sine forskningsresultater på en hensiktsmessig måte.

I tilknytning til de elementer på vannforsyningssektoren som angår behandling og transport, er det særlig viktig med en god kommunikasjon mellom driftspersonell, slik at informasjonsutveksling kan bidra til å bedre driften og sikre vannkvaliteten.

For at forskningen skal kunne prioritere de oppgaver som er mest presserende å få løst, må forvaltningen - som sitter med oversikt over forholdene - bringes aktivt inn. Likeledes må forskningsresultater meddeles forvaltningen, som blant annet vil benytte de fremkomne resultater som grunnlag for utarbeidelse av normer, instruksjer, retningslinjer o.l.

## 8 OMFANG OG PRIORITERING

Det er viktig å fremheve at næringsmidlet drikkevann angår alle og at en utilstrekkelig kvalitet, enten det gjelder utseende, lukt, smak, innhold av kjemikalier eller mikroorganismer har direkte innflytelse på konsumenten. På grunn av den sentrale rolle vann spiller i vår tilværelse, og med de usikkerheter som knytter seg til en rekke kvalitetsforhold, finner gruppen det riktig å foreslå en relativt markert opptrapping av den nasjonale forskningsinnsats. Over en 5-års periode vil vi foreslå en investering på 50 millioner kroner. Det antas at dette dels dekkes av NTNF og dels ved egeninnsats fra institutter og institusjoner som arbeider med drikkevannsproblemer, men at det i tillegg er nødvendig med særbevillinger fra statlig hold. Gruppen anbefaler at det legges en særlig vekt på det særnorske ved våre vannforekomster, nemlig de problemene som knytter seg til surt, bløtt, humusholdig overflatevann. Dette har konsekvenser for både behandlingsmetode og for transportsystemene. I tillegg finner gruppen det viktig at effekten av tilførsler av organiske komponenter fra atmosfæren på råvannskvaliteten avklares, så vel som innholdet av organiske forbindelser og mikroorganismer i vannkildene.

Det knytter seg for tiden en rekke usikkerheter til drikkevann i hygienisk sammenheng, og det er nødvendig med en øket innsats også på dette området.

På bakgrunn av det betydelige internasjonale engasjement på drikkevannssektoren er det viktig, for å kunne utnytte og forstå andres resultater, at man har et visst kunnskapsnivå. En øket aktivitet på en rekke områder synes derfor nødvendig. Gruppen ønsker å poengtere de mikrobiologiske aspekter vedrørende drikkevann og fremheve nødvendigheten av øket kunnskap om de virologiske og parasittologiske forhold i vann.

Drift av vannverk, automatisering og overvåking av vannkvalitet bør vies større oppmerksomhet. Gruppen vil også fremheve nødvendigheten av øket informasjonsutveksling mellom forskning,

forvaltning og bruker, og forskerne seg imellom ved øket internasjonalt samarbeide.

Gruppen mener det er nødvendig med en øket forsknings- og utredningsinnsats som grunnlag for forbedringstiltak ved enkeltforsyningsanlegg og mindre fellesvannverk.

På neste side er listet en rekke momenter som har betydning for drikkevannskvaliteten, og blant disse er merket av de som etter gruppens oppfatning har krav på særlig oppmerksomhet. Det er differensiert mellom lav, middels høy, høy og meget høy aktivitet. Det er også foretatt en prioritering idet et vekttall på 100 er fordelt mellom følgende hovedområder og med fordeling som gitt nedenfor

	Vekttall
Tilførsel - Kilde - Kvalitetsundersøkelser	25
Behandling	25
Transport	15
Vannkvalitet og helse	15
Drift, automatisering, overvåking	10
Informasjon etc.	<u>10</u>
	<u>100</u>

Tabell 5

Fra	Atmosfæren:	OVERFLATEVANN	FULLTRENING	XXX
	• Tungmetaller	• Morfometri (dybdeforhold, overflate, volum, nedbørfelt, avrenning, hydrologi o.l.)	• Siling	XX
	• Organiske forurensmidler (OMF)	• Fysisk tilstand	• Sand	XX
	• Radioaktive stoffer	• Strømningsstudier	• Kull	XXX
Jord:	• Humus	• Kjemiske forhold (pH, farge, metaller, organiske forurensmidler)	• Andre media	XXX
	• Organiske og uorganiske partikler (erosjon)	• Bakteriologiske forhold	• Plermediafilter	XXX
Industri etc.:	• Uorganiske og organiske kjemikalier	• Viologiske forhold	FELLING	XXX
	• Sykehusavfall	• Parasittologiske forhold	• Kjemikalier	XXX
	• Varsling	• Overlevelsessevne	• Virkemåte	XXX
		• Bakterier	• Bioeffekter	XX
		• Virus	• Dosering	X
		• Parasitter	OKSYDASJON	XX
Husholdning:	• Plantenæringsstoffer	• Biologiske forhold	• Kjemikalier	XX
	• Rester av medikamenter	• Klausulering/Sikring	• Stråling	XXX
	• Bakterier	Effekter av:	• Virkemåte	XX
	• Virus	• Regulering	• Effekter	XXX
	• Parasitter	• Hugst	DESINFEKSJON	XXX
	• Kloakk	• Lagringstid	• Kjemikalier	XXX
Jordbruk / Skogbruk:	• Pestisider (OMF)	• Myrgrøfting	• Stråling	XXX
	• Gjødselester (plante-næringsstoffer)	• Slømelementobilisering	• Virkemåte	XXX
	• Silosaff	• Friluftsliv (fiske, bading, båttur)	Bioeffekter	XXX
	• Organiske forurensmidler	• Turgåing, feltlagning, skiturfart m.m.	• Effekt og anvendbarhet av tilgjengelig teknologi på ulike vannkvaliteter og små vannmengder	XXXX
	• Bakterier	• Vegullegg	• Dimensjoneringsbetingelser for enhetsprosesser	XXX
Avfallsdeponier:	• Tungmetaller	• Anleggsvirksomhet	• Kobling av enhetsprosesser	XXX
	• Organiske forurensmidler	• Evt. andre tiltak (kalking, mineraltilsetning fellingkjemikalier)	ANDRE METODER/BEHANDLING	XXX
	• Bakterier	GRUNNVANN	• Forekomst	XXX
	• Virus	• Strømningsstudier	• Selvrensing	XXX
	• Parasitter	• Infiltrasjon	• Infiltasjon	XXX
Overflateavrenning/ Drenasje:	• Veg/Bil	• Kapasitetsbetraktninger	• Alkalisering	XX
	• Uhell	• Klausulering/Sikring	• Avherding	X
	• Flyplasser	Effekter av:	• Magnetisk behandling	X
	• Skytebaner	• Regulering	DRIFT OG VEDLIKEHOLD AV VANNVERK	10
	• Gravplasser	• Gjødning	ARBEIDSMILJØ	XXX
Overvåking:		• Grusuttak	AUTOMATISERING	XXX
		• Vegullegg	VANNVERKSLAM	XX
		• Anleggsvirksomhet		
		RECVANN		
		• Oppsamlingemåte		
		• Lagring		
		• Vannbehandling		
		SJØVANN		
		• Prosessvann		

x LAV AKTIVITET  
 xx MIDDELS HØY AKTIVITET  
 xxx HØY AKTIVITET  
 xxxx MEGET HØY AKTIVITET

• Ledningsnettdimensjonering  
 • Materialvalg  
 • Legging av rør  
 • Lekkasjeøking  
 • Bruddvarsling  
 • Ventilert  
 • Korrosjon  
 • Metallrør  
 • Abbest  
 • Kunststoffprodukter  
 • Armatør  
 • Korrosjonsbeskyttelse  
 • Slamdannelse  
 • Rehabilitering av rør  
 • Rengjøring av rør  
 • Nye rørtyper  
 • Magasiner  
 VANNKVALITET, HELSE M.M.  
 • Analysemetodikk  
 • Kjem  
 • Biologi  
 • Mikrobiologi  
 • Vannkvalitetsundersøkelser  
 • Holdninger til vann  
 • Epidemiologiske studier  
 DIVERSE  
 • Planlegging  
 • Teknisk - økonomisk  
 • Teknisk - hygienisk  
 • Databank (bearbeiding og analyse av eksist. dat.)  
 • Informasjon - Erfaringsbank  
 • Økonomisk analyse av drift  
 • Analyse av vannforbruk  
 • Kommunikasjon forsker - bruker - forsker  
 • Internasjonalt samarbeide

## 9 KONKLUSJON

Med utgangspunkt i de alvorlige helsemessige problemer som drikkevann kan forårsake, har dette området krav på betydelig større oppmerksomhet i fremtiden.

På grunnlag av det gruppen kjenner til av nasjonal forskningsinnsats vedrørende drikkevann, må det konkluderes med at det er en betydelig bredde i aktivitetene. En rekke viktige problemstillinger er tatt opp, men omfanget er ofte svært lavt.

Gruppen anbefaler at det legges økende vekt på problemer som knytter seg til våre sure, bløte og humusholdige vanntyper. Dette har konsekvenser for både valg av råvannskilde, behandlingsmetoder og for transportsystemene. Andre problemområder som gruppen mener det må legges vekt på er effektene av atmosfæriske tilførsler og konsentrerte og diffuse forurensningskilder. Deler av den kjemiske og mikrobiologiske metodeutvikling er av spesiell betydning. Videre er det på det behandlingstekniske område behov for utvikling av anlegg for behandling av små vannmengder for å tilgodese distrikter med spredt bosetting. På dette området er det også av stor viktighet at effektiviteten av eksisterende vannbehandlingsanlegg vurderes.

Gruppen vil også poengtere at aktiviteten på en rekke andre problemområder må trappes opp. Dette er bl.a. viktig for at man skal kunne nyttiggjøre seg resultater fra andre land.

Gruppen vil også sterkt anbefale at det legges større vekt på informasjon og kommunikasjon mellom forsker, forvaltning og bruker, og vil fremheve nytteverdien med internasjonalt forskningssamarbeide. Samarbeidsprosjekter på drikkevannssektoren synes særlig mulig å få etablert ettersom man har et entydig felles mål: best mulig helsemessig kvalitet til lavest mulig pris.

Det foreslås en totalinvestering til disse formål på 50 millioner kroner over en 5-års periode og at disse midlene skaffes

dels gjennom NTNf, dels ved egeninnsats fra de involverte forsknings- og utredningsinstitusjonene og dels ved direkte statlige bevilgninger.

GJE/TEI

27.4.1979

TILLEGG



DRIKKEVANNSFORSYNINGEN I NORGE -  
HISTORISK UTVIKLING OG STATUS

1. Innledning.

"Vannverksforholdene i vårt land er i hygienisk henseende meget lite tilfredsstillende, tildels særdeles lite tilfredsstillende. I de fleste tilfelle er ikke vannverkernes økonomi til hinder for en forbedring av forholdene. Den tid må komme da publikum krever et virkelig godt og farefritt drikkevann. Når vannet selges etter forbrukt vannmengde, og dette vil sannsynligvis snart være en realitet, vil publikum stille større fordringer til den varen de kjøper. Publikums krav til forbedret vannkvalitet representerer fra et hygienisk synspunkt en tilfredsstillende utvikling."

Dette er en beskrivelse av forholdene i Norge fra tiden omkring 1910, og er basert på virksomheten til daværende Medicinalstyrelsens Kemiker (senere Kjemisk avdeling ved Statens Institutt for Folkehelse) i tidsrommet 1908 til 1913. Virksomheten omfattet blant annet vurderinger av vannforsyningsforhold og forurensningssituasjoner, basert på fysikalsk-kjemiske, bakteriologiske og biologiske analyser og undersøkelser, såvel som på inspeksjon av stedlige forhold. Sestonundersøkelser ble for eksempel nyttet i vannproblematikken her i landet allerede på dette tidspunkt.

I Lægeforeningens Tidsskrift utkom i 1912 Medicinalstyrelsens Kemiker med en publikasjon om vannforsyningsforholdene, i det vesentlige vannverkernes økonomi og vannforbruket.

For 32 vannverk var vannprisen i gjennomsnitt ca. 4,3 øre/m<sup>3</sup>.  
Vannprisen fordelte seg slik:

3 vannverk	>	10 øre/m <sup>3</sup>
10 "	>	5 øre/m <sup>3</sup>
25 "	<	5 øre/m <sup>3</sup>

Vannforbruket varierte mellom 35 og 348 l/pd (henholdsvis i Kristiansund N og Moss). Ved 35 vannverk som forsynte 645.265 personer, ble gjennomsnittsforbruket beregnet til 158,2 l/pd. Dette forbruket ble karakterisert som unaturlig høyt i forhold til det spesifikke forbruket i andre land:

372 tyske byer	102,1 l/pd
29 ikke tyske byer	87,5 "
47 svenske byer (1.128.999 personer) i 1909	98,9 "

Medicinalstyrelsens Kemiker finner i 1912 ingen rimelig grunn til å anta at vi skulle ha et så meget større gjennomsnittsforbruk av vann enn andre steder i Europa. Han antar tvert imot at forbruket skulle ha vært mindre, idet det vel i alminnelighet brukes mindre vann til personlig hygiene (bad, vannklosetter etc.) og til offentlige formål (gatevanning, parkanlegg, springvann etc.), og at vannverksvann i mindre utstrekning anvendes til industrielle øyemed enn ellers i Europa.

Forhold som kan forklare det høyere vannforbruk er at vannet normalt ikke betales etter forbrukt mengde. Dette fører til et utpreget sløseri med vann, for eksempel ved at vannkraner står permanent åpne. Lekkasje kombinert med unødvendig høyt vanntrykk øker tilsynelatende også det spesifikke forbruk.

Medicinalstyrelsens Kemiker uttaler blant annet at "Som helhet betraktet kan man si, at vore vandverk er foretagender, som bærer seg godt i økonomisk henseende, og at de ikke faa steder tilfører bykassen betragtelige inntæker".

Disse ca. 70 år gamle betraktninger er interessante, idet de viser at man allerede på det tidspunkt var opptatt av problemstillinger som har aktualitet den dag i dag, og problemer som fremdeles ikke har funnet sin løsning.

Dagens vannforsyningsforhold preges mer eller mindre av tidligere generasjoners anlegg. Dette gjelder særlig ledningsnettene og høyde-/utjevningmagasinene.

I tidligere tider dimensjonerte man ledningene romsligere enn i vår tid, hvilket man åpenbart profiterer på den dag i dag. En rekke av de åpne høyde-/utjevningmagasiner som idag benyttes, er tidligere vannkilder med eget nedbørfelt og av den grunn noe komplisert å overbygge.

Våre 1. generasjons vannverk hadde sine vannkilder lokalisert relativt nær forsyningsområdene. Etter som vannbehovet økte, blant annet som følge av forbedret sanitær-teknisk standard i hjemmene, ble det behov for større vannkilder, og de tidligere vannkildene ble høyde-/utjevningmagasiner i 2. generasjons vannverk. I de senere år har behov for øket vannleveranse ført til etablering av vannverk i interkommunal regi, der de tidligere vannkildene ofte trer inn som reservevannkilder. Disse 3. generasjons vannverk vil sannsynligvis være toneangivende frem mot århundreskiftet.

Ved etablering av interkommunale vannverk er mulighetene lagt tilrette for samkjøring av vannverk i større omfang. Det er ikke urimelig å anta at man om noen år vil ha etablert samkjøring over fylkesgrensene og mellom landsdelene. Idag mangler det lite på en sammenhengende vannforsyning langs store deler av kysten fra Halden i øst via Oslo og vestover til Stavanger.

Det er et typisk trekk ved norsk vannverkshistorie at kapasitetsmessige problemer, snarere enn kvalitetsmessige problemer har hatt avgjørende innflytelse på utviklingen. Dette antas å ha sammenheng med at en rekke forurensninger i vann ikke kan spores visuelt av forbrukerne. Både 1. og 2. generasjons vannverk har for en stor del av befolkningen representert et betydelig privathygienisk fremskritt, som sikkert har bidratt til at publikum i årtier har akseptert et bruksmessig og tildels bakteriologisk mindre tilfredsstillende vann.

I 1965 ble det på initiativ av Sosialdepartementet vurdert om man hadde tilstrekkelig oversikt over landets drikkevannsforsyning. I 1966 ble en registrering av vannverkene påbegynt, og idag har Statens Institutt for Folkehelse en detaljert oversikt over vannverk som forsyner ca. 3 millioner mennesker. Et tilsvarende kjennskap til vannforsyningsforholdene for mindre fellesvannverk og enkeltvannforsyningsanlegg for helårs- og fritidsbebyggelse mangler.

I det følgende vil det bli gitt en kort, sammenfattende redegjørelse for status ved de vannverk som man har i vannverksregisteret ved Statens Institutt for Folkehelse, og forøvrig forhold av betydning for dagens vannforsyningsforhold.

## 2. Vannkilder

Overflatevann er naturlig nok mest benyttet i Norge. Ca. 95% av 3 millioner mennesker bruker slikt vann. Samtlige av de større byer benytter overflatevann.

Grunnvann nyttes først og fremst i de store dalførene, og vanligvis er grunnvannsforsyningen basert på infiltrasjon fra nærliggende vassdrag (vannforsyning fra løsavsetninger). I Østerdalen er vannforsyningen til Kongsvinger, Elverum og Rena basert på grunnvann, de fleste tettstedene i Gudbrandsdalen likeså.

Kapasiteten på vannkildene er høyst variabel, men det er et gjennomgående trekk at vannverkene tidligere ikke har vært utbygd med kilder som har hatt tilstrekkelig kapasitet for flere generasjoner. Enkelte steder i landet skyldes dette mangel på vannforekomster lokalisert nær forsyningsområdene. Andre steder skyldes det kortsiktig planlegging.

Kvaliteten på råvannskildene varierer også betydelig. Vannkvaliteten er avhengig av en rekke faktorer:

1. Nedbørfeltets/infiltrasjonsområdets naturgrunnlag
2. Type og mengde sivilisatorisk aktivitet i nedbørfeltet/infiltrasjonsområdet
3. Hydrologiske forhold
4. Morfometriske forhold for vannkilden
5. Meteorologiske/klimatiske forhold.

I et land som Norge hvor naturgrunnlag, sivilisatorisk aktivitet og klimatiske forhold kan variere sterkt fra landsdel til landsdel og også innen de enkelte landsdeler, vil vannforekomstenes kvalitet også variere sterkt.

Den fysikalsk-kjemiske kvalitet preges i vesentlig grad av naturgrunnlaget. For overflatevann vil dette særlig virke inn på pH-verdien, alkaliteten, fargetallet/permanganattallet og turbiditeten, for grunnvann særlig pH-verdien, alkaliteten og hårdheten.

På Sørlandet og Sør-Vestlandet er overflatevannet som regel surt, lite farget og bløtt, og bufferkapasiteten (vannets evne til å motsette seg påvirkninger av vannets pH-verdi) meget lav. Dette skyldes at nedbørfeltet ofte består av grunnfjell med liten overdekning. På Østlandet og i Trøndelagsfylkene er jordsmonnet ofte relativt tykt, og dette fører til at vannet blir gulbrunt av humusforbindelser. Kalkrik berggrunn i nedbørfeltet fører til hårdere vann, pH-verdien blir høyere (mindre surt), og vannet får som regel en viss bufferkapasitet.

Oppland og Hedmark, to av de fylkene hvor grunnvann for en stor del benyttes, har på grunn av kalkrike bergarter ofte et meget hardt grunnvann, særlig når vannet pumpes opp fra bergboringsbrønner. I Oppland finnes fluoridholdige bergarter som påvirker vannets fluoridinnhold.

Kvaliteten på grunnvann fra løsavsetninger basert på infiltrasjon

fra nærliggende vassdrag varierer vanligvis ikke spesielt mye fra sted til sted, med unntak for innholdet av jern, mangan og turbiditet. pH-verdien ligger ofte på mellom 6,5 og 7,0, fargetallet på under 10 mgPt/l og total hårdhet i området 1,5 til 3,5° dH.

Den mikrobiologiske kvalitet preges i vesentlig grad av den sivilisatoriske aktivitet. Aktivitetsforhold av betydning i denne sammenheng er bebyggelse og innretninger med utslipp av infisert avløpsvann, avrenning fra deponier med slam fra kloakkrensaneanlegg, septiktanker o.l., avrenning fra mark gjødslet med naturgjødsel og visse rekreasjonsformer (bading, leirslaging). For mindre vannkilder kan også beiting av husdyr og ville dyr influere på kvaliteten.

Det er særlig fækal påvirket avløpsvann som gir utslag av betydning i vannforekomstene, og dette synes å være den vanligste årsak til sterkere bakteriologisk påvirkning av vannkildene, uansett geografisk lokalisering og vannkildetype. Men det er tallrike eksempler på at alle de nevnte aktivitetsforhold har medført mikrobiologisk påvirkning av vannkilder. Overflatevannsforekomstene er imidlertid sterkest utsatt, idet forekomsten av mikroorganismer som tilføres er avhengig av mengden som tilføres og selvrensings- og fortykningseffekter i vannforekomsten. Også grunnvann i fjell, som opptrer i sprekkannelser, er sterkt utsatt ved tilførsel av mikroorganismer på grunn av manglende selvrensings- og fortykningseffekter. Grunnvann i løsavsetninger er særlig godt beskyttet ved den selvrensing som finner sted ved vannets passasje i avsetningen.

Den biologiske kvalitet for overflatevannsforekomster preges i særlig grad av den sivilisatoriske aktivitet, de klimatiske og de hydrologiske forhold. Det vil ofte være et samspill mellom de biologiske og fysikalsk-kjemiske forhold.

Eutrofiering, som skyldes overgjødning, har særlig i årene etter den 2. verdenskrig gitt seg markerte utslag, for eksempel

i Borrevann ved Horten, Gjersjøen ved Oppegård, Vansjø i Østfold og Mjøsa. Eutrofe vannkilder representerer et kvalitetsmessig problem for vannverkene, særlig på grunn av vannets dårlige lukt og smak, dets uklarerhet og til visse tider på året innholdet av jern og mangan.

Ved en rekke vannkilder opptrer sporadisk eller mer systematisk spesielle organoleptiske problemer, for eksempel karakterisert ved at vannet lukter/smaker av fisk eller tran. Dette kan ofte føres tilbake til masseoppblomstring av planktonorganismer. Allerede i 1911 ble disse forhold undersøkt av Medicinalstyrelsens Kemiker i forbindelse med alvorlige kvalitetsproblemer ved Arendal vannforsyning. Han undersøkte sestonets (fraciltrerbare småorganismer) sammensetning og fant at en meget ubehagelig fiske-lukt/smak av vannet skyltes forekomsten av visse protozoer (Synura, Uvella og Dinobryon). Da slike undersøkelser ikke tidligere var utført i Norge, ble undersøkelsene i Arendal relativt fyldig beskrevet.

Idag er sestonundersøkelser et nyttig redskap i bestrebelsene på å finne frem til forklaringer på kvalitetskalamiteter, og overvåking av de biologiske forhold.

### 3. Vannbehandling.

Omfattende vannbehandling ble inntil for få år siden primært etablert for å sikre en tilfredsstillende mikrobiologisk kvalitet på drikkevannet. I de senere år er slik vannbehandling også etablert for å sikre tilfredsstillende fysikalsk-kjemisk (bruksmessig) vannkvalitet.

De fleste vannverk har imidlertid ingen vannbehandling, eller bare planfiltrering (siling) og eventuelt desinfeksjon (klorering).

En oversikt over vannbehandlingen ved norske vannverk basert på registrering de siste 5-10 år er gitt i tabell 1.

Tabell 1

OVERSIKT OVER VANNBEHANDLINGEN VED NORSKE VANNVERK

Vannbehandling/ Anleggskategori	Antall vannverk	Antall personer forsynt
Ingen (evt. grovsiling)	521	228.600
Bare siling	410	272.000
Bare desinfeksjon (evt. også siling)	194	1.205.000
Bare pH-justering (evt. også lufting)	5	11.000
Desinfeksjon og alkalisering	31	167.300
Bare filtrering	8	2.420
Filtrering og desinfeksjon	22	574.600
Filtrering, alkalisering og desinfeksjon	10	155.100
Fullrensing (koagulering, flokk- ulering eller sedimentering, filtrering)	33	216.000

De tre nordligste fylkene er ikke med i denne oversikten. Tabellen er basert på den vannverksregistreringen som er utført ved Statens Institutt for Folkehelse og som har strukket seg over 5-10 år. En del endringer må forventes.



Siling (planfiltrering) foretas vanligvis i vertikaltstilte siler. Nye anlegg bygges nå ofte med horisontale, eventuelt skråttstilte siler, mens selvrensende trykksiler såvidt er introdusert i Norge. Roterende siler med maskeåpning fra det helt grove og ned til ca. 5  $\mu\text{m}$  benyttes ved relativt få anlegg.

Dybdefiltrering er nesten utelukkende basert på sand som filtermedium. Ved noen mindre anlegg benyttes tomediafilter, og da oftest i kombinasjon sand/antrasitt eller sand/aktivt kull. Filterhastigheten er vanligvis mellom 5 og 10 m/t ( $\text{m}^3$  vann pr.  $\text{m}^2$  filterflate og time). Foreløpig benyttes bare nedstrøms filtrering, enten ved gravitasjon eller ved trykkfiltrering i lukkede beholdere. Oppstrømsfiltere er nylig prosjektert ved 2 anlegg. Hurtig sandfiltrering benyttes ved 1 - 2% av de registrerte vannverkene. Biologisk filtrering eller langsomfiltrering benyttes ikke i Norge.

Desinfeksjon er primært basert på:

- $\text{Cl}_2$  - klorgass
- $\text{NaOCl}$  - natriumhypokloritt
- $\text{Ca(OCl)}_2$  - kalsiumhypokloritt

Ved Bærum Vannverk - Aurevann, Vestfold Interkommunale Vannverk og Moss-Rygge Fellesvannverk tilsettes ammoniakk eller ammoniumforbindelser slik at kloraminer dannes for å forbedre klors virkning i lange transportsystemer.

I løpet av de 3 - 4 siste år er ultrafiolett bestråling (UV) tatt i bruk ved 40 - 50 anlegg. To av anleggene skal være verdens største drikkevannsanlegg med UV-bestråling som desinfeksjonsmetode (Kirkenes, 15.000  $\text{m}^3/\text{d}$  og Stord 20.000  $\text{m}^3/\text{d}$ ).

Oson benyttes bare ved Bærum Vannverk - Aurevann. Hovedhensikten med bruk av oson ved dette anlegget er å bleke vannets farge. Dette har man forsåvidt oppnådd, men bivirkninger som man ikke på forhånd hadde ventet, har skapt

adskillige kvalitetsproblemer på ledningsnett. I andre land benyttes vanligvis ozon som desinfeksjonsmiddel på fysikalsk-kjemisk meget tilfredsstillende vannkvaliteter, og oftest med etterfølgende filtrering i aktivt kull eller biologiske filtre. I Bærum har man selvfølgelig også en desinfiserende virkning av ozon.

Rapporter fra daværende Medicinalstyrelsens Kemiker viser at UV-bestråling og ozon var aktuelle desinfeksjonsmetoder her i landet allerede for ca. 70 år siden.

Alkalisering (pH-justering) utføres med

NaOH - natriumhydroksyd, lut, kaustisk soda

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - natriumkarbonat, soda

Ca(OH)<sub>2</sub> - kalsiumhydroksyd, hydratkalk, kalk

Tidligere er natriumkarbonat og kalsiumhydroksyd mest benyttet, i de senere år har natriumhydroksyd funnet større og større anvendelse.

Filtrering i alkalisk filtermasse nyttes ved et par anlegg. Metoden er kombinert med tilsetning av et oksydasjonsmiddel (kaliumpermanganat - KMnO<sub>4</sub>) for å fjerne jern og mangan.

Koagulering (felling) er hittil bare basert på aluminiumsulfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·aq) som hovedkoagulant. Som hjelpekoagulant benyttes:

Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> + HAc/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - natriumsilikat aktivert med eddiksyre eller svovelsyre

Na AlO<sub>2</sub> - natriumaluminat

Aktivert silika er den mest benyttede hjelpekoagulant. Natriumaluminat benyttes bare ved Askim Vannverk, som forøvrig også benytter aktivert silika.

Koaguleringen er alltid koblet til en adskillelse av de dannede aluminiumhydroksydfnokker. Grovadskillelsen foregår ved sedimentering eller flotasjon. Sedimentering har vært den tradisjonelle metoden, inntil man for noen år siden tok i bruk en variant av lamellsedimentering og senere flotasjon. Finadskillelsen foregår her i landet bare ved hurtig sandfiltrering.

Vel 1% av de registrerte vannverkene koagulerer vannet. Det finnes en rekke metoder å kombinere de forskjellige prosesser i et koaguleringsanlegg (ofte kalt fullrenseanlegg) på. Den tradisjonelle slamadskillelse ved sedimentering, finner man for eksempel ved:

Eidsberg Vannverk (Glomma)  
Fredrikstad og Omegn Vannverk (Glomma)  
Oppegård Vannverk, 1. byggetrinn, (Gjersjøen)  
Sarpsborg og Tune Fellesvannverk (Glomma)

Flotasjon benyttes ved:

Nesodden Vannverk (Bleksli/Bråtetjern)  
Oppegård Vannverk, 2. byggetrinn, (Gjersjøen)  
Skjeberg Vannverk (Isesjø)

En form for lamellsedimentering benyttes ved:

Aukra Vannverk (Tverrlivann)  
Kirkenær Vannverk i Grue (Lindtjern)

Ved Askim Vannverk (Glomma) benyttes en spesiell flokkulator, den såkalte reaktivator. Slammet blir liggende som et teppe i et visst dyp i en sirkulær tank, og vannet har en oppadgående bevegelse og passerer slamteppet.

Svært få anlegg benytter idag felling direkte på nedstrømsfiltre. Dette skyldes først og fremst driftsmessige problemer på grunn av overbelastning av filtrene med slam, kort gangtid på filtrene og følgelig behov for hyppig spyling og store spylevannsmengder.

Lufting utføres ved de fleste grunnvannsanlegg som er bygget i løpet av de siste 5 år, dessuten ved en del overflatevannsanlegg som benytter dårlige vannkilder. Luftingen er vanligvis basert på kaskade. Ved noen mindre grunnvannsanlegg benyttes nå lufting under trykk.

#### 4. Transportsystemer og innretninger.

Flere av de eldre vannforsyningsanleggene profiterer som tidligere nevnt på våre forfedres rikelige dimensjonering av ledningsnett. Korrosjon og avsetninger i ledningene har imidlertid flere steder ført til kapasitetsproblemer. Etablering av trykkforøkningsstasjoner har ofte vært gjennomført for å avhjelpe slike vanskeligheter. De senere års bruk av EDB for forskjellige beregninger av nettforholdene har ført til riktigere og mer funderte utbedringer og tiltak.

En mangfoldighet av rørkvaliteter er i bruk. Fra midten av 1950-årene og utover ble det lagt et betydelig antall meter asbestsementrør, med og uten innvendig/utvendig beskyttelse (vanligvis bitumen). De siste årene er plastrør tatt mer og mer i bruk, og dette har betydd mye for løsningen av overføringsproblemer, særlig på Vestlandet og enkelte steder i Nord-Norge.

Den tidligere omtalte utvikling fra 1. til 2. generasjons anlegg har medført at en rekke vannverk fremdeles har åpne høyde-/utjevningmagasiner. I dag bygges nesten utelukkende overbygde magasiner.

Tidligere bruk av ikke fjærbelastede kuleventiler (brannventiler) plassert i kummer med passasje av kloakkvann, representerer i flere kommuner et alvorlig problem med hensyn på forurensning av nettvannet. Flere kommuner foretar systematisk utskifting av slike ventiler, til dagens sikrere utstyr.

Rørbruddventiler synes først og fremst å være i bruk ved våre større vannverk. Slike ventiler kunne med fordel også ha vært benyttet ved vannverk som har et ledningsnett som erfaringsmessig er utsatt for hyppige brekkasjer, og der vannkildene er marginalt utnyttet.

Trykkreduksjon er aktuelt flere steder på grunn av de topografiske forhold. Ventiler og kummer benyttes om hverandre, avhengig av flere faktorer. Ofte skjer trykkreduksjonen i høyde/utjevningmagasiner. Allerede for ca. 70 år siden pekte Medicinalstyrelsens Kemiker på at høyt vanntrykk kunne være en medvirkende årsak til høyt vannforbruk. Dette har fremdeles aktualitet.

Trykkforøkning etableres vanligvis på overføringsledningene, men også på forsyningsnettet. De topografiske forhold spiller her, som for trykkreduksjonsbehovet, en vesentlig rolle.

Trykksoneinndeling på forsyningsnettet synes idag foretatt etter andre kriterier enn tidligere, sannsynligvis fordi abonnentenes krav til relativt stabilt vanntrykk er skjerpet i de senere år. Dette krav har trolig sammenheng med øket bruk av vannforbrukende tekniske hjelpemidler i hjemmene.

En del vannverk er dårlig utrustet med lufteventiler og spyleventiler. Dette har skapt både kvalitets- og kapasitetsproblemer.

## 5. Driftsforhold.

Driften av norske vannverk har vært meget forsømt i mange årtier. Dette gjelder både vannkilder, vannbehandlingsanlegg og transportsystem. Allerede omkring 1910 understreker Medicinalstyrelsens Kemiker behovet for en forsvarlig drift, og ettersom Statens Institutt for Folkehelse begynte å få oversikt over forholdene i slutten av 1960-årene, var mangelfull drift et av de karakteristiske forhold som ble observert.

Manglende vedlikehold av demninger har ført til betydelige lekkasjer fra vannkilder og magasiner, hvorav mange er marginalt utnyttet. Dårlig renhold av strender, inntaksbassenger og magasiner fører til redusert vannkvalitet.

Silanlegg er ofte ikke rengjort. Dette medfører ødelagt sil-duk og følgelig ingen effekt av silanleggene. Vanskelig adgang til slike anlegg må bære noe av ansvaret for mangelfull drift og dårlig vedlikehold.

Desinfeksjonsanlegg basert på klor og hypokloritter er ofte ute av drift, selv på steder hvor forholdene ved vannkilden skulle tilsi kontinuerlig desinfeksjon.

Koaguleringsanlegg drives sjeldent optimalt, og filtervask er sterkt forsømt.

I de siste år er driften av vannbehandlingsanleggene blitt noe bedre. Ved et fåtall anlegg er den absolutt tilfredsstillende. Denne positive utvikling skyldes blant annet det opplæringstilbud som er etablert av Statens Teknologiske Institutt og Statens Institutt for Folkehelse, og som var ment som et førstehjelpstiltak. Når det gjelder drift og vedlikehold av transportsystemene er dette fremdeles nesten ikke påbegynt. Problemer med vannkvalitet og vanntrykk kan ikke sjeldent føres tilbake til mangel på spyling, desinfeksjon og rehabilitering av ledningsnett. Ofte skyldes vanskelighetene mangel på lufte- og spyleventiler.

## 6. Planlegging av vannverk.

Planlegging av vannverk utføres dels av kommunenes egne organer, dels av rådgivende ingeniørfirmaer og leverandører.

Planleggingen omfatter:

- valg av vannkilde og den tekniske utnyttelsen av kilden,
- valg av vannbehandlingstiltak med dimensjonering og kobling av de enkelte enhetsoperasjoner,
- dimensjonering av transportsystemer og innretninger, tracé-valg og materialvalg.

Kvaliteten på planleggingsarbeidet har variert sterkt gjennom tidene. Av positive ting må nevnes den dimensjonering av transportsystemene som tidligere ble utført, og som har sikret tilfredsstillende distribusjon utover det opprinnelig planlagte. Av negative ting må nevnes feil valg av behandlingstiltak, dårlig dimensjonerte anlegg og feil kobling av enhetsoperasjoner.

Det har i løpet av de siste 5 - 10 år funnet sted en betydelig kvalitetsheving ved planlegging av vannverk.

#### 7. Administrative og økonomiske forhold.

Det foreligger for tiden ingen nøyaktig oversikt over vannverkens eierforhold. Det antas at omtrent halvparten av anleggene er andelslag og halvparten kommunale eller interkommunale anlegg. Store interkommunale anlegg er Moss-Rygge Fellesvannverk, Sarpsborg-Tune Fellesvannverk, Fredrikstad og Omegn Vannverk, Nedre Romerike Vannverk, Drammensregionens Vannverk, Vestfold Interkommunale Vannverk, Larvik og Omland Vannverk, Arendalsregionens Vannverk, Kristiansandregionens Vannverk og Interkommunalt Vannverk i Rogaland.

På grunn av den tidligere finansieringsordningen, særlig gjennom Landbruksdepartementet, er mange anlegg formelt etablert som andelslag, men med vedkommende kommune som ansvarlig for drift og vedlikehold.

Hittil har de fleste andelslag vært drevet etter dårlige forretningsmessige prinsipper, idet vannavgiftene har vært for lave og ikke har muliggjort de nødvendige utbedringer. For de kommunale vannverk har som regel vannavgifter ikke vært øremerket for finansiering av drift, vedlikehold og nyetableringer.

En rekke av de interkommunale vannverk, som har budsjetter som holdes adskilt fra de deltagende kommuners budsjetter, og som drives etter forretningsmessig sunne prinsipper, må sies å være gode forretninger.

8. Kontroll av vannkvalitet.

Renvannskvaliteten analyseres idag stort sett etter offisielt standardiserte metoder. Dette gjelder bakteriologiske undersøkelser og de fleste fysikalsk-kjemiske analyser. Ved større laboratorier er analysene automatisert. Det foreligger ikke offisielt standardiserte metoder for biologiske undersøkelser, og slike undersøkelser utføres meget sjeldent i rutinemessig kontroll av renvannskvaliteten. Dette skyldes at et bakteriologisk og fysikalsk-kjemisk tilfredsstillende vann normalt også vil være biologisk tilfredsstillende. Oppstår spesielle organoleptiske problemer eller andre forhold ved vannkvaliteten som ikke kan forklares ut fra bakteriologiske og fysikalsk-kjemiske analyser, blir ofte biologiske undersøkelser utført.

Det utføres såvidt vites ikke virologiske eller parasittologiske undersøkelser av vannprøver i Norge. De fysikalsk-kjemiske undersøkelsene omfatter de tradisjonelle parametre for drikkevann. Ved et fåtall større laboratorier utføres det analyser på organiske mikroforurensninger. Uorganiske mikroforurensninger blir analysert ved flere laboratorier.

De undersøkelser som utføres på vannverkene er hovedsaklig innrettet på prosesskontroll, og de parametre som analyseres er avhengig av de prosesser som benyttes. Vanligvis benyttes meget enkle analysemetoder.

9. Vannkvalitet og helse.

Medicinalstyrelsens Kemikers karakteristik av de hygieniske forhold ved landets vannforsyning fra tiden omkring 1910 omfattet de mikrobiologiske forhold. Helt frem til slutten av 1960-årene var det de mikrobiologiske forhold ved drikkevannet som ble tillagt størst vekt ved de hygieniske vurderinger her i landet. I slutten av 1960-årene ble oppmerksomheten rettet mot forekomsten av visse tungmetaller, først kvikksølv, senere bly og kadmium. Men allerede i 1967 ble det oppnevnt en komité som skulle vurdere hvilken effekt en tilsetning av fluorid til drikkevann kunne ha i kariesprofylaktisk henseende.



Vannbårne infeksjonssykdommer representerer iøynefallende innvirkninger av drikkevannets kvalitet på folks helse.

Følgende epidemier eller tilløp til epidemier skyldes alle kontaminert drikkevann:

Tyfoidfieber	-	Gjøvik	-	1931	-	59 syke - 19 døde
Tyfoidfieber	-	Oslo	-	1942		
Paratyfusepidemi	-	Kirkenes	-	1943/44	-	300 syke
Salmonellaepidemi	-	Bærum	-	1956	-	8000-10000 syke
Hepatittepidemi	-	Ulefoss	-	1959	-	98 syke
Hepatittepidemi	-	Fyresdal	-	1977	-	12 syke
Dysenteriepidemi	-	Gran	-	1978	-	18 syke

Det er viktig å registrere at selv i våre dager kan det oppstå utbrudd av vannbårne sykdommer. Særlig aktuelle årsaker er påvirkning av drikkevannskilder med avløpsvann som ikke er desinfisert, kombinert med svikt i behandlingstiltakene på vannverkene.

De lettere salmonelloser har vist en tydelig økning i de industrialiserte land. På grunn av øket kommunikasjon med andre land (f.eks. p.g.a. turisttrafikk til syden), har vi også i Norge fått en økende grad av importerte infisiøse tarmsykdommer. Fra 1972 til 1976 har det for salmonellosene vært registrert en tredobling i antall tilfeller.

Hva angår kjemisk betingede sykdommer er det såvidt vites ikke registrert slike i Norge som kan føres tilbake til kontaminert drikkevann. Det må imidlertid understrekes at antall dødsfall pr. år i Norge som skyldes svulster o.l., og som antas å kunne være betinget av kjemiske agens, er betydelig (ca. 20% av alle dødsfall). Vannkvaliteten i Norge fører til at tungmetaller løses ut av legeringer som benyttes i armatur og innretninger på ledningsnett (bly, kadmium), at asbestfibre frigjøres fra innerveggen av ubeskyttede asbest-sementrør og at det foreligger klorerte hydrokarboner i drikkevannet.

Den helsemessige betydning er ukjent. I tillegg er vannet bløtt, og dette kan ha betydning for hjerte-kar-dødeligheten.

Eventuelle positive virkninger på folks helse av vannets kvalitet, for eksempel innholdet av fluorid, sporelementer, m.m. er såvidt vites ikke undersøkt, med unntak av en undersøkelse i deler av Østlandsområdet av hårdhetens innflytelse på hjerte-kar-dødeligheten. Hvorvidt den positive korrelasjon mellom hårdt vann og redusert hjerte-kar-dødelighet som er funnet, kan tilbakeføres til innholdet av kalsium og magnesium, er ikke kjent.

Biologisk betingede kvalitetsproblemer har vært registrert i årtier. Det er særlig vannets lukt og smak det har gått ut over. Etter som flere vassdrag har fått øket betydning som drikkevannskilde og resipient for avløpsvann, har konfliktsituasjonene øket, og når vannkvalitetsforholdene - særlig de organoleptiske - blir dårlige på grunn av algeoppblomstring, rammes ofte store befolkningsgrupper. Selv om dette ikke influerer på folks helse i tradisjonell forstand, skaper det uro, ergrelse og usikkerhet blant befolkningen. I henhold til någjeldende definisjon av helsebegrepet, påvirkes dermed folks helse.

#### 10. Enkeltvannforsyningsanlegg og mindre fellesvannverk

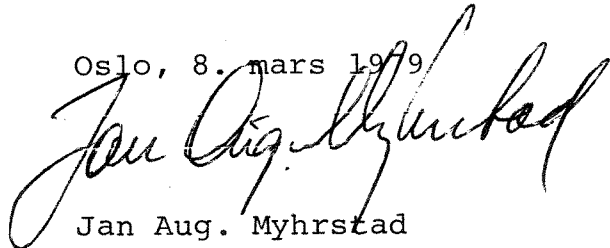
Omkring 25% av befolkningen får sitt drikkevann fra enkeltvannforsyningsanlegg og mindre fellesvannverk (anlegg som forsyner mindre enn 100 personer). Om disse anlegg vet man lite, da det ikke er foretatt noen systematisk kartlegging. Med utgangspunkt i det arbeidet som er utført ved Norges Geologiske Undersøkelse, Statens Institutt for Folkehelse og en rekke helserådslaboratorier, er det grunn til å anta at grunnvann er en like utbredt vannkilde som overflatevann.

Fra avisreportasjer vet man at vannkildene ofte har begrenset kapasitet, og at mange husstander har problemer med å skaffe seg vann i tørkeår og i kalde vintre.

Kvaliteten på vannet er ofte problematisk. Statens Institutt for Folkehelse har utført undersøkelser i enkelte kommuner i Østlandsområdet og på Jæren, såvel som en rekke andre steder, som viser at dårlig bruksmessig og hygienisk kvalitet på vannet ikke er uvanlig.

Vannforsyningen til hytter og fritidshus er karakterisert ved de samme problemer.

Oslo, 8. mars 1979

A handwritten signature in dark ink, written in a cursive style, that reads "Jan Aug. Myhrstad". The signature is positioned above the printed name.

Jan Aug. Myhrstad