

Driftsforhold ved norske vannbehandlingsanlegg

Av Torbjørn Damhaug

Torbjørn Damhaug er siv.ing. fra NTH 1972, og ansatt som forsker på NIVA.

Innlegg på seminar i Norsk Vannforening 13. mai 1981.

SAMMENDRAG

Det er gjennomført en driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegget ved 21 norske vannverk. Hovedmomenter i undersøkelsen har vært prosessløsning i forhold til vannkvalitet, dimensjonering, driftsrutiner, arbeidsmiljø og økonomi. Av de 21 anleggene var 8 av typen fullrensing eller aktivt kull. Stikkprøver av vannkvaliteten viste at ingen av anleggene tilfredsstilte SIFF's kvalitetskrav til vann, og det var i gjennomsnitt fire parametre pr. anlegg som ikke holdt kravene. En av årsakene til de dårlige forholdene er den lave prioriteringen vannforsynings-siden har fått. Blant de mer direkte årsakene kan nevnes feil valg av enhetsprosesser, feil dimensjonering, dårlige arbeidsforhold, manglende opplæring av driftsoperatører og dårlig planlegging og tilrettelegging av driften. Driftskostnadene for å produsere drikkevann varierer mellom 2 og 127 øre/m³.

1. BAKGRUNN

Vannbehandlingsanlegget blir en stadig viktigere del av våre vannverk etter hvert som tilgangen på gode vannkilder med tilstrekkelig kapasitet blir mindre. For å

imøtekomme de gjeldende «Kvalitetskrav til drikkevann» (1) har det i de senere år funnet sted en betydelig utbygging av nye vannbehandlingsanlegg og oppgradering av eksisterende. Statens institutt for folkehelse (SIFF) har funnet ut at en tidobling av antall fullrensianlegg vil måtte påregnes hvis kvalitetsnormene skal kunne overholdes.

Fig. 1 og 2 viser dagens situasjon med hensyn til vannbehandlings-metodenes fordeling. Det fremgår at fullrensianleggene utgjør en relativt liten andel både i forhold til antall personer som forsynes og antall vannverk. Av fig. 1 ser man også at over halvparten av befolkningen forsynes med vann som har gått gjennom et desinfeksjonsanlegg.

Hensikten med bygging av vannbehandlingsanlegg er å oppnå en forbedring av vannets kvalitet. En viktig forutsetning for å oppnå den tilsktede kvalitetsforbedring er riktig dimensjonering, utførelse og drift av vannbehandlingsanleggene.

NTNF's komité for forurensningsspørsmål nedsatte i september 1978 en ad hoc arbeidsgruppe som ble bedt om å utrede det nasjonale forskningsbehov vedrørende drikkevann (2). Gruppen pekte i sin innstilling bl.a. på at en rekke av våre vannbehandlingsanlegg ikke virker tilfredsstillende, og antydte en rekke årsaker til dette. Her kan kort nevnes feil valg av

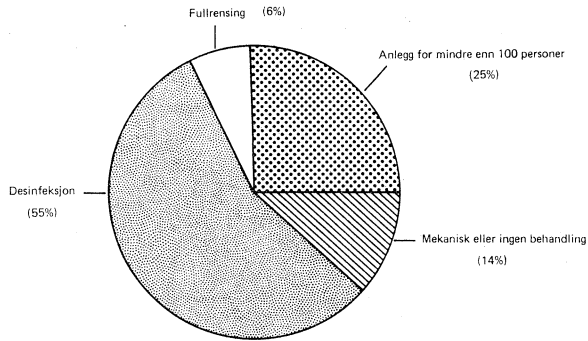
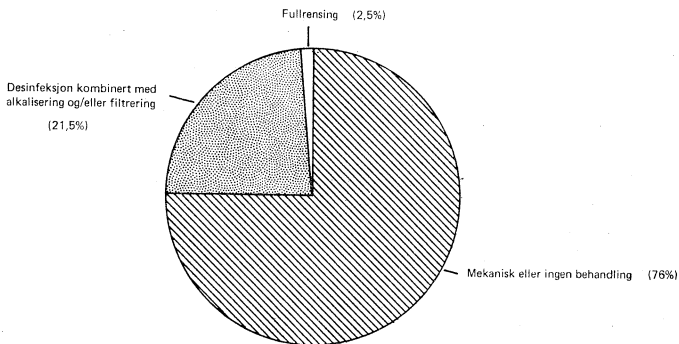


Fig. 1. Fordeling av vannbehandlingsmetoder etter antall personer tilknyttet (2).



Figur 2. Fordeling av vannbehandlingsmetoder etter antall vannverk (2).

prosesser, feil dimensjonering, mangelfullt utstyr, store variasjoner i råvannskvaliteten, manglende opplæring og dårlige arbeidsforhold. Det het videre at prosessvalg, dimensjonering og drift av vannverk må vies større oppmerksomhet.

For å få en mer detaljert dokumentasjon av ad hoc gruppens uttalelser ved-

rørende dimensjonering og drift av vannbehandlingsanlegg, ble det ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) besluttet å gjennomføre en systematisk undersøkelse av forholdene ved noen av våre vannverk. Dette innlegget bygger i det vesentligste på rapporten fra denne undersøkelsen (4).

2. BESKRIVELSE AV UNDER-SØKELSEN

For å få en mest mulig enhetlig innhenting av opplysninger ble det utarbeidet sjekklister som inneholdt følgende hovedpunkter:

- Drift
- Arbeidsmiljø
- Kostnader
- Fotografering av anleggsdetaljer.

Sjekklistene ble utfylt ved fremmøte på vannverkene, og eieren ble vanligvis representert både fra driftsoperatør- og ingeniør-siden. Vannkvaliteten ble undersøkt ved stikkprøver som ble analysert ved NIVA, og parameterlisten omfattet 26 parametre.

En vanskelig del av en slik undersøkelse er å foreta et riktig utvalg av anlegg.

Hensikten var ikke å beskrive gjennomsnittstilstanden ved alle norske vannverk, og derfor ble det valgt ut relativt mange anlegg med mer omfattende rensing i forhold til fordelingen i fig. 2. Dette har sin bakgrunn i at antallet av denne kategori anlegg sannsynligvis vil øke i årene som kommer. En oversikt over undersøkte vannverk er vist i tabell 1.

Vannbehandling	Type vannkilde		
	Innsjø	Elv	Grunnvann
Siling	Sætrevann Meløy Kvelde		
Desinfeksjon	Bårdsrudtjern Sunde		
Alkalisering			Elverum ³⁾ Vennesla ¹⁾
Siling, desinfeksjon og alkalisering	Moss - Rygge Kirkenes ²⁾		
Filtrering og Mn - Fe fjerning			Biri
Filtrering og desinfeksjon	Råde	Sunn- dal ³⁾	
Filtrering, desinfeksjon og alkalisering		Flisa	
Filtrering desinfeksjon og aktivt kull	Båtstø ²⁾	Åmli	
Kjemisk telling, sedimentering el. flotasjon filtrering, desinfeksjon og alkalisering (Fullrensing)	Sør-Odal ²⁾ Sørumsand Skjeberg Fedje	Askim Mo	

- 1) Lufthing i tillegg.
2) UV - desinfeksjon
3) Infiltrert elvevann

Tabell 1.

Undersøkte vannverk.

- Vannkvalitet inn og ut av anlegget
- Prosessvalg
- Dimensjonering

RESULTATER

3.1. Vannkvalitet

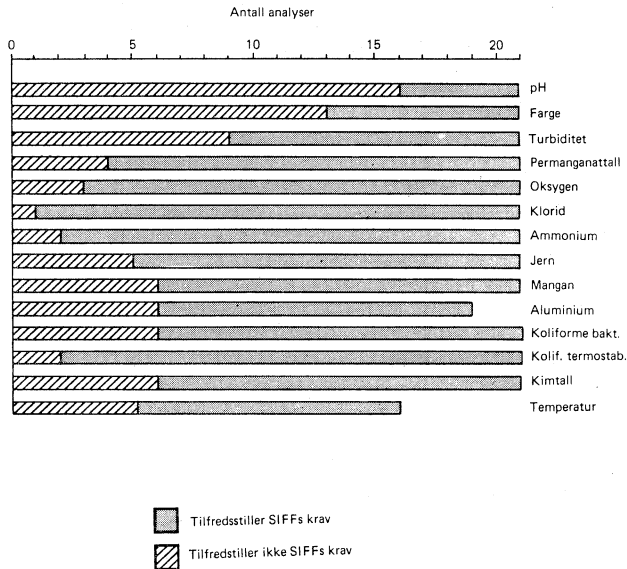
Med utgangspunkt i «Kvalitetskrav til drikkevann» (1) er fordelingen av antall resultater over og under dette kravet vist i fig. 3.

Følgende grenseverdier er lagt til grunn:

pH	8,0—9,0
Farge	< 15°H (fullrens < 5) °H
Turbiditet	< 1 FTU (fullrens < 0,3, < 0,5) FTU
Permanganantall	< 4 mg O/1 (fullrens < 2,5)
Oksygen	> 70% av metningskonsentrasjon
Klorid	< 100 mg/l
Ammonium	< 80 µg/l
Jern	< 0,2 mg/l (fullrens < 0,1, jernred. < 0,5)
Mangan	< 0,1 mg/l (manganred. < 0,03)
Aluminium	< 0,1 mg/l
Koliforme bakterier	< 1 pr. 100 ml
Termostabile koliforme bakterier	—
Kimtall	< 500 pr. 100 ml (desinfeksjon < 100)
Temperatur	< 10°C.

Blant de undersøkte parametre er det spesielt pH, farge og turbiditet utenfor kvalitetskravene, men jern, man-

gan, aluminium, coliforme bakterier og kimtall ble overskredet i ca. 35 prosent av tilfellene.



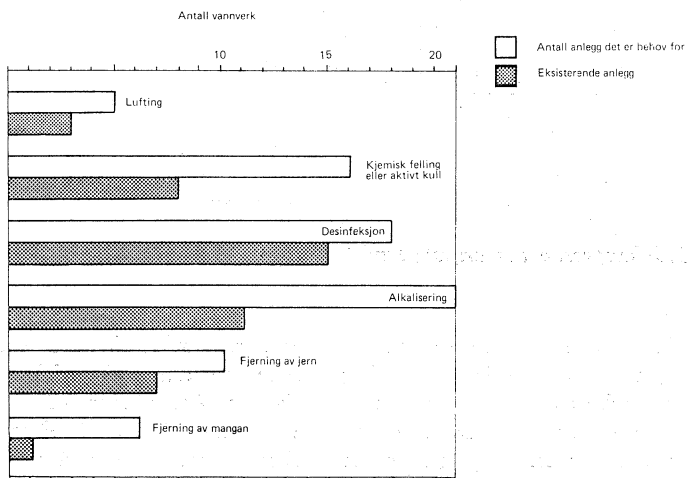
Figur 3. Fordeling av stikkprøve-resultater for de enkelte parametre.

3.2 Prosessvalg

På bakgrunn av stikkprøver av råvannskvaliteten er det foretatt en analyse av behovet for ulike enhetsprosesser, presentert i fig. 4. Figuren viser også antall enhetsprosesser som forefinnes ved de undersøkte vannverk. Det bør nevnes at inndelingen er foretatt etter enkle kriterier,

og det er ikke vurdert om noen av vanntypene er spesielt vanskelige å behandle etc.

Det fremgår av figuren at ved flere vannverk mangler viktige enhetsprosesser, som kjemisk felling, desinfeksjon og alkalisering.



Figur 4. Behov for ulike enhetsprosesser i forhold til antall eksisterende.

3.3 Driftstilstand

Når man vurderer driftstilstanden ved vannverk, er det viktig å ha klart for seg at vannbehandling i prinsippet er relativt små forandringer av fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold i store vannmasser. Derfor kan man si at det normalt er mye enklere å oppnå resultater i nærheten av gjeldende kvalitetskrav enn å drive prosessen slik at SIFF's krav overholdes med nødvendige sikkerhetsmarginer.

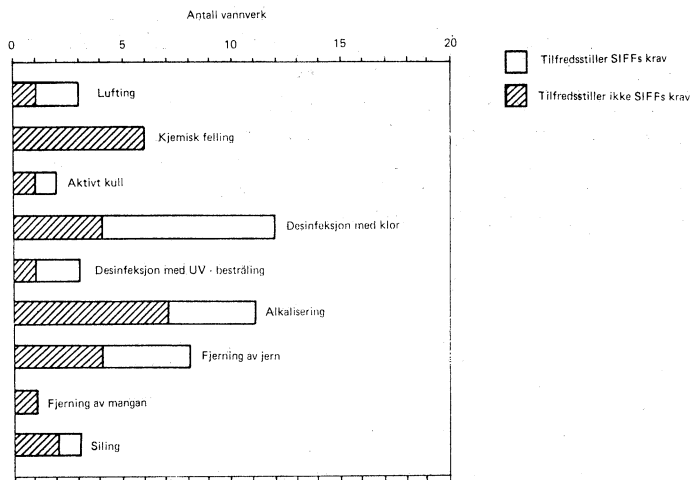
For å få et bilde av driftstilstanden ved de ulike vannbehandlingsmetoder er ut-

gående vannkvaliteter sammensliknet med SIFF's krav. En sammenstilling av forholdene ved eksisterende anlegg er vist i fig. 5.

3.4 Dimensjonering- og driftsdata

Filtrering er en meget viktig del av vannbehandlings-linjen, da dette som oftest er siste avskillingsenhet.

Filtrenes funksjon henger nøye sammen med driften, og noen typiske driftsparametre er gjengitt i tabell 2. Grunnlaget for god drift er at spylepumpene har til-



Figur 5. Enbetsprosessenes driftstilstand.

strekkelig kapasitet og reguleringsmuligheter, og at hensiktsmessige spyle rutiner og kontrollmuligheter finnes. Som en tommelfinger-regel bør spylehastigheten avpasses slik at sandens ekspansjon er ca. 30 prosent. Hva dette representerer i spylehastighet, vil være avhengig av filterkornenes størrelse og vekt og vannets tem-

peratur. Som et eksempel i den forbindelse kan nevnes at spylehastigheten må økes fra 17 til 30 m/h ved en temperaturøkning fra 0°C til 20°C ved et gitt anlegg. Tabell 2 viser at den spylehastigheten som benyttes ved de undersøkte anlegg er gjennomsnittlig 32 og 27 m/h for henholdsvis gravitasjons- og trykkfiltre. Variasjonsom-

Driftsdata for filteranleggene

Type filter	Antall	Flatebelastning (m/h)			Spylehastighet (m/h)			Spyle-intervall (h)		
		gj.snitt	maks	min	gj.snitt	maks	min	gj.snitt	maks	min
Gravitasjon 1)	7	3,7	7,6	1,5	32	53	8	42	84	4
Trykkfilter	3	5,8	10,0	3,3	27	40	10	75	84	24
					Spyletid (min)			Spylevannforbruk % av produksjon		
					gj.snitt	maks	min	gj.snitt	maks	min
					13	20	7	6	12	3
					15	20	10	2	3	2

1) Ett filter hadde kontinuerlig tilbakespyling.

rådene var 8—53 m/h og 10—40 m/h, og selv om det er snakk om ulike filtertyper, er spylehastigheter under 10 m/h for lavt. Dette var tilfellet ved tre av ti anlegg.

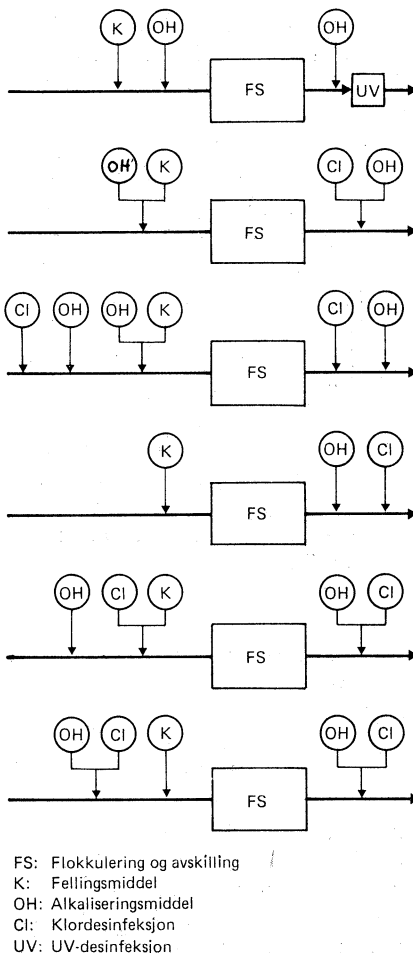
3.5 Doseringspunkter for kjemikalier

En viktig funksjon i vannbehandlingen er å tilføre vannet ulike kjemikalier. Kjemikaliene som tilsettes, kan ha følgende funksjoner:

- Koagulering
- pH-justering
- Desinfeksjon
- Adsorpsjon
- Oksydasjon.

Ved dosering av flere kjemikalier kan de påvirke hverandres funksjon, og derfor er det ikke likegyldig hvor og i hvilken rekkefølge de doseres. Situasjonen ved de undersøkte fullrenseanleggene er vist i fig. 6, og ved anlegg med desinfeksjon og alkalisering i fig. 7. Piler som går direkte inn i prosesslinjen, markerer at det er en viss reaksjonstid, f.eks. et kontaktbasseng, før neste doseringspunkt. Piler som går sammen foran prosesslinjen, indikerer at doseringspunktene ligger så nær hverandre at man i prinsippet kan regne med at dosering foregår samtidig.

Dosering av hjelpekoagulanter er ikke tatt med i fig. 6, men ved de fleste anlegg ble disse dosert like foran flokkuleringsstrinnet. Fig. 6 viser at ved ingen av fullrenseanleggene er doseringspunktene plassert utført likt. Ved ett anlegg ble fellingskjemikaliyet dosert før pH-justering, ved to anlegg foregikk dette *samtidig*, og ved tre anlegg ble pH-justering foretatt før felling.



Figur 6.

Doseringsrekkefølge av kjemikalier ved fullrenseanlegg.

Et annet viktig spørsmål er dosering av desinfeksjons-kjemikalier, og da kan man også inkludere anleggene i fig. 7. Vurdering av desinfeksjon i forhold til filtrering viser at ved fire vannverk var

det både for- og etterklorering, ved to bare etterklorering, to hadde bare forklorering, og ett anlegg hadde UV-desinfeksjon.

Ser man på desinfeksjon i forhold til alkalisering, gjelder dette ti av anleggene i fig. 6 og 7. Dosering av klor *sammen med* pH-justering forekommer ved fem vannbehandlingsanlegg, alkalisering *før* kloring ved ett, og alkalisering *etter* kloring forekom ved to anlegg. Begge UV-anleggene hadde alkalisering før desinfeksjon.

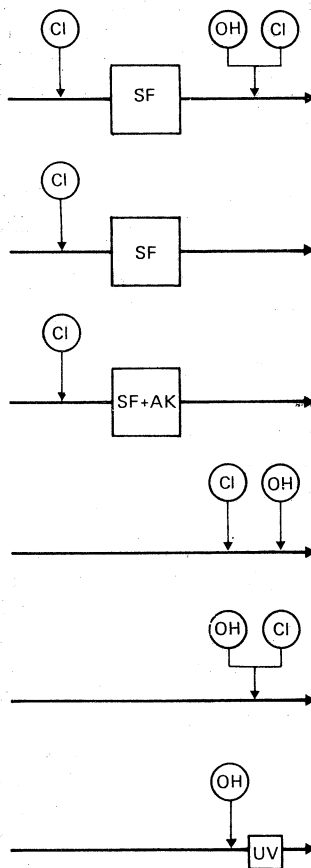
I denne rapporten vil det ikke bli tatt stilling til betydningen av doseringstidspunktene plassering, men bare konstatere at det er meget varierende praksis på dette feltet, og behovet for en bedre avklaring er til stede..

3.6 Instrumentering, styring og driftskontroll

Drift av vannbehandlingsanlegg er et samspill mellom manuelle og automatiserte funksjoner. Graden av automatisering avhenger bl.a. av anleggenes prosessløsning og størrelse. Som et ledd i driftskontrollen ved vannverk blir det mer og mer vanlig at feil ved viktige funksjoner overføres til en alarmsentral, f.eks. brannstasjon, hvor det er kontinuerlig vaktthold.

Den manuelle driftsovervåkingen består av kontroll og vedlikehold av maskinelt utstyr, forsyning av kjemikalier, og analyser av vannkvaliteten. Det er foretatt en sammenlikning av de vanligste manuelle observasjoner og analyser i tabell 3.

Sjekking av pH-metre viste at seks av ti var feilkalibrert utenfor et område på $\pm 0,2$ enheter.



SF: Sandfilter
 AK: Aktivt kull
 OH: Alkaliseringsmiddel
 Cl: Klordesinfeksjon
 UV: UV-desinfeksjon

Figur 7.

Doserings-rekkefølge av kjemikalier ved vannverk med desinfeksjon og alkalisering eller desinfeksjon og filtrering.

Parameter	Måles på antall anlegg	Merknader
Sum vannforbruk	15	
Temperatur	7	
pH	10	6 pH-metere var feilkalibrert mer enn $\pm 0,2$ enheter.
Fargetall	8	
Permanganattall	1	
Turbiditet	4	
Restklor	10	
Koliforme bakterier	6	
Kimtall	3	

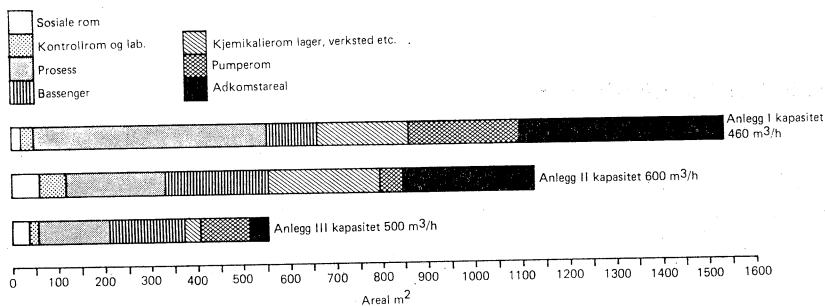
Tabell 3. Oversikt over manuell driftskontroll ved 21 vannverk.

3.8 Arealutnyttelse

Det ble innhentet opplysninger om vannbehandlingsanleggenes areal, og det er i den forbindelse interessant å sammenlikne anleggenes kapasitet i forhold til totalt areal; m³/ pr. m² behandlingsanlegg. Ved bestemmelse av dimensjonerende kapasitet er det tatt utgangspunkt i den maksimale vannmengden som kan passere anlegget, og denne begrenses som oftest av pumpenes kapasitet. Tatt i be-

traktning de ulike dimensjonerings-kriterier som er lagt til grunn, er ikke dimensjonerende kapasitet ensbetydende med at kvalitetskravene oppfylles ved denne belastningen.

En detaljert analyse av arealfordelingen ved tre av fullrenseanleggene er vist i fig. 8. Figuren viser at tre anlegg med omtrent samme kapasitet og prosessløsning kan ha vidt forskjellige dimensjoner og arealfordeling.



Figur 8. Arealfordelingen ved tre fullrenseanlegg.

3.9 Arbeidsmiljø

En vesentlig forutsetning for at vannbehandlingsanleggene skal drives optimalt, er et godt arbeidsmiljø. Med arbeidsmiljø menes ikke bare vern mot støyplager, ulykker etc., men at anlegget er av en slik standard at det skaper trivsel for de som skal arbeide der. Derved griper begrepet arbeidsmiljø inn i så vel kravet til teknisk standard, oversiktighet og vedlikeholdsmuligheter som operatørens forståelse for prosessene og hans muligheter til å påvirke driften.

Generende støy kan bidra til å ødelegge arbeidsmiljøet ved et ellers godt gjennomtenkt anlegg. Av aktuelle støykilder kan nevnes pumper, blåsemaskiner og vannfall. Det er viktig at støykilder som ikke kan elimineres, blir isolert fra de øvrige rom. Siktemålet for akseptabelt støynivå er grenseverdien for god talekommunikasjon som ligger på 65 dB (A) (3). Ved hvert anleggsbesøk ble støynivået målt i alle rom. Grunnlaget for tabell 4 er målinger i oppholdsrom eller kontrollrom, prosesrom og høyeste målt støynivå.

Sted	Antall anlegg innenfor gitte dB (A) områder							Sum anlegg
	< 45	45-55	55-65	65-75	75-85	85-95	95-105	
I oppholds- og kontrollrom	1	4	2	6	1	2	0	16
I prosesrom	0	0	1	6	5	4	0	16
Høyeste målte verdi	0	0	0	3	1	8	4	16

Tabell 4. Støynivå ved anleggene, målt i dB (A).

Faktor	Antall anlegg større enn 1000 p.e.		Antall anlegg mindre enn 1000 p.e.		Sum anlegg
	OK	ikke OK	OK	ikke OK	
Verneutstyr	9	5	0	7	21
Løfte-operasjoner	7	7	0	7	21
Separat oppholds- og/eller kontrollrom	7	7	0	7	21
Garderobe/WC	7	7	0	7	21
Telefon	6	8	0	7	21

Tabell 5. Arbeidsmiljø-faktorer.

I tabell 5 er det gitt en sammenstilling av situasjonen vedrørende noen andre arbeidsmiljø-faktorer.

3.10 Organisasjon og tilrettelegging av driften

En hensiktsmessig organisering og et klart ansvarsforhold er en viktig side ved driften av vannverk. Av aktuelle ansvarsområder kan nevnes:

- Kontroll og vedlikehold av maskinell utrustning og bygningskonstruksjoner.
- Renhold.
- Prøvetaking og driftskontroll.
- Databearbeiding og rapportering.
- Forsyning av reservedeler, kjemikalier etc.
- Utdanning og opplæring av driftspersonell.
- Beredskapsplan.

Generelt kan man si at driftspersonellet ved et vannverk må ha kjennskap til en rekke fagområder, f.eks. prosesseteknikk, elektro-, maskinteknikk og rørleggerfaget.

Ved de kommunale vannverkene blir driften normalt organisert og ledet av avdelingsingeniør eller kommuneingeniør, mens driften av de private blir besørget enten av medlemmer i styret mot en årlig godtgjørelse, eller i samarbeid med teknisk etat i kommunen. Et generelt inntrykk fra undersøkelsen er at driften av vannverkene gjenspeiler den prioritert vannforsyningen har i de ulike kommuner.

Det er en vanskelig oppgave å lage statistikk over hvorledes organiseringen fungerte, og man vil i denne rapporten nøye seg med å peke på noen faktorer som kan ha sammenheng med dette.

Faktor	Antall anlegg større enn 1000 p.e.		Antall anlegg mindre eller lik 1000 p.e.		Sum anlegg
	Ja	Nei	Ja	Nei	
Er det driftsinstruks på anlegget?	6	8 ¹⁾	1	6	21
Bli det utarbeidet driftsrapport?	7	7	0	7	21
Er det vaktordning i helgene?	12	2	3	4	21
Er driftsoperatør-jobben eneste funksjon?	8	6	0	7	21
Har operatøren(e) kurs?	7	7	0	7	21
Føres det driftsjournal?	12	2	3	4	21
Er alle viktige reservedeler tilgjengelige?	11	3	2	5	21
Fungerer renhold og orden?	11	3	5	2	21

1) Driftsinstruks var under utarbeidelse ved to anlegg.

Tabell 6. Faktorer som gjenspeiler organisasjon og tilrettelegging av driften.

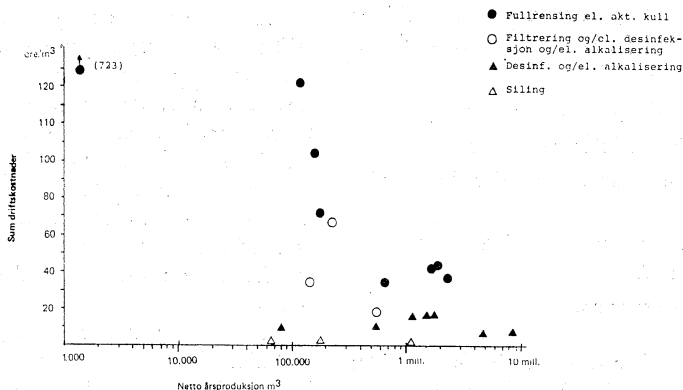
1) Driftsinstruks var under utarbeidelse ved to anlegg.

3..12 Driftskostnader

Driftskostnadene er delt inn i arbeidskostnader, kjemikalier, energi og diverse kostnader. Summen av disse kostnader i øre/m³ er fremstilt som funksjon av netto årsproduksjon, fig. 9. Kostnadene er omregnet til 1980-nivå

I figuren er behandlingsanleggene delt inn i fire grupper eller rensemetoder, og det fremgår at prisen for å rense drikkevann kan variere betraktelig.

En faktor som ikke er tatt med, er anleggskostnadene, men på grunn av usikkert datamateriale er dette utelatt her.



Figur 9.

Sum driftskostnader som fusjon av netto årsproduksjon.

4. FORSLAG TIL VIDERE ARBEID

Hensikten med prosjektet var å dokumentere dimensjonering, teknisk utførelse, og driftssituasjonen ved noen av våre vannbehandlingsanlegg. Det er vanskelig å vurdere hvor representative de utvalgte vannverkene er for resten av anleggene i samme kategori, men resultatene burde være en god indikasjon på forholdene. I dette avsnittet blir det gjort rede for noen synspunkter på hvordan dette arbeidet bør følges opp.

4.1 Utbedring av eksisterende forhold

Et typisk trekk ved driftsforholdene er at det ofte er elementære konstruksjonsfeil eller svakheter i driftsrutinene som er årsaken til at man ikke oppnår den tilskattede vannkvalitet, og det er ofte de samme tingene som går igjen fra anlegg til anlegg. Det kan være vanskelig for driftspersonellet å definere årsakene til driftsproblemer selv, og på grunn av begrenset kommunikasjon med vannverksfolk i

andre kommuner er det små muligheter til å ta del i andres erfaringer.

materialet man etter hvert bygger opp. En måte å dra nytte av det erfaringsvillige å etablere et *driftsassistanseprosjekt* for å kunne bistå kommunene med veiledning. Driftsassistansearbeidet bør starte med et typisk anlegg innenfor hver kategori og legge relativt mye vekt på oppfølgingen av disse, slik at man får utarbeidet en effektiv fremgangsmåte. Arbeidet må omfatte definisjon av problemene, forslag til tiltak, og en viktig del er dokumentasjon av de forbedringer som ble oppnådd. Med utgangspunkt i disse første anleggene vil driftsassistansearbeidet etter hvert få mer rutinepreg, slik at man kan inkludere et stort antall vannverk.

4.2 Retningslinjer for dimensjonering, bygging og drift av vannbehandlingsanlegg

De undersøkte vannverk viste store variasjoner i f.eks. sammensetning av en-

hetsprosesser, dimensjoneringsgrunnlag, teknisk standar og arbeidsmiljø.

For prosjektering og bygging avavløpsrenseanlegg er det utarbeidet retningslinjer for dimensjonering og normer for teknisk standard, driftsinstruks og prøvetaking. Dette har bidratt til en heving i standarden på kommunale renseanlegg.

Inntrykket fra vannverks-sektoren er at praksis ved dimensjonering og drift av vannbehandlingsanlegg varierer meget, og det finnes en rekke elementære svakheter ved anleggene. Dette peker i retning av at det bør utarbeides retningslinjer for dimensjonering og sammensetning av enhetsprosesser, teknisk standard og utarbeidelse av driftsinstruks. Hensikten bør være å få en mer enhetlig utførelse og drift av anlegg som er basert på dagens teknologi. Det er imidlertid også viktig at det også gis mulighet for utprøving av ny teknologi.

4.3 Forskningsbehov

I løpet av dette prosjektet fremkom det flere problemstillinger som det er behov for å følge opp. Det er flere faktorer som gjør at man ikke direkte kan dra nytte av utenlandske erfaringer i vannbehandlingen her i landet. Dette gjelder f.eks. råvannets sammensetning, vannverkens størrelse og, ikke minst, holdningen til vannbehandling i Norge, som viser seg ved at vannforsynings-spørsmål gis lav prioritet.

Av prosjekt-temaer i tilknytning til dagens rensemetoder kan nevnes *doseringsrekkefølge* i anlegg med kjemisk felling, desinfeksjon og alkalisering. Ved de undersøkte anlegg fant man en rekke varianter, som for eksempel klordosering før, under og etter felling, alkalisering i forbindelse med felling, og klordosering

før og etter utløpsalkalisering. På grunn av at de ulike kjemikaliene påvirker hverandres funksjon, er det nødvendig å få frem visse hovedlinjer ved valg av doseeringsrekkefølge.

Alkalisering av drikkevann er også et tema som krever større forskningsinnsats. For det første gjelder det bestemmelse av hvilken pH vannet skal ha når det forlater vannverket, når man tar i betraktning den forandring som foregår i overføringsledninger og fordelingsnett. Det andre momentet er hvordan man skal styre kjemikalietilsetningen for å oppnå den ønskede pH-verdi. Undersøkelsen viste at ved fem av elleve alkaliseringsanlegg lå pH utenfor området 8,0—9,0 selv om kravet var $pH = 8,0-8,5$.

Desinfeksjon med *UV-bestråling* er et aktuelt alternativ til klorering. De ulike vanntypene viste imidlertid store variasjoner med hensyn til UV-transmisjon, og dette reiser spørsmålet om behov for forbehandling for å forbedre UV-transmisjonen. Et annet moment er effektivitets-utviklingen mellom hvert skifte av UV-lamper, og videre hvilke virkninger man kan forvente i overførings- og fordelingsnettet ved denne metoden. Av igangværende forskningsprosjekter kan nevnes SIFF's undersøkelse av mutagene effekter, i samarbeid med SI.

Disponering av *vannverksslam* er et problemområde som vil få større betydning i fremtiden. I dag føres dette ofte tilbake i vannkilden, og det bør undersøkes hvilke konsekvenser dette kan ha for eventuelle behandlingsmetoder. Vannverksslam inneholder vanligvis mye aluminiumhydroksyd, og undersøkelser omkring aluminiums giftvirkning på fisk har vært utført ved NIVA.

Et viktig forskningsfelt etter hvert som behandlingsanleggene får mer kompliserte

prosess-kombinasjoner, er *styring og instrumentering* av vannverk. Dette gjelder utstyr for automatisk registrering av vannkvaliteten både med hensyn til prosessstyring, overvåking og alarmfunksjoner. En rekke mindre vannverk er bare bemannet på deltid. Her er det viktig å se nærmere på hvilke kontrollrutiner som kan automatiseres, enten ved bruk av sensorer eller automatiske analyser. Det er også nødvendig å arbeide med signaloverføringen og behandlingen av datamaterialet. Av aktuelle parametre kan nevnes pH, alkalitet, turbiditet, farge og restklor. Det er også nødvendig å se på omfanget av analyser som bør utføres ved de ulike anleggstyper, og hvilken lab-utrustning som bør velges. Videre er det behov for å se på i hvilken grad det er lønnsomt og forsvarlig å automatisere ulike funksjoner i et vannverk.

På bakgrunn av behovet for nye små og middelstore fullrenseanlegg, vil utviklingen av nye *enhetsprosesser* og *total-løsninger* stå sentralt i tiden som kommer. De såkalte fullrenseanlegg blir ansett å være relativt kompliserte med sine mange prosessrinn, og som et alternativ til å bygge små fullrenseanlegg kan det være aktuelt å benytte enklere løsninger. Det foregår forskning på en rekke enhetsprosesser som kan inngå i en alternativ total-løsning, og her kan nevnes:

- Aktivt kull
- Ultrafiltrering
- Peroksyd-oksydasjon kombinert med UV-bestråling
- Direktefelling på filter
- Alkaliserende filtermedium.

Ved å basere anleggene på mer ukonvensjonelle prosessopplegg vil behandlingsanleggene kunne bli enklere og mer kompakte. Viktige faktorer ved vurdering av nye prosess-kombinasjoner er nødvendig driftsinnsats og hvilke konsekvenser ulike driftsforstyrrelser kan få. Typisk for de konvensjonelle fullrenseanleggene er at de relativt store volumene kan ha en dempende virkning på uregelmessigheter i driften, og det kan være nødvendig å bygge inn en tilsvarende buffereffekt ved bruk av prosesser med kort oppholdstid.

4.4 Behov for en utvidet driftsundersøkelse

Dette prosjektet omfatter 21 av de over 700 vannverkene i Norge som har en eller annen form for vannbehandling. I tillegg finnes det over 500 vannverk uten vannbehandling.

Som et ledd i oppfølgingen av dette prosjektet ville det være naturlig i første omgang å utvide undersøkelsen til å omfatte flere av de ca. 300 anlegg som enten har fullrensing, filtrering, desinfeksjon eller alkalisering.

REFERANSER

1. *Statens institutt for folkehelse* (1976): «Kvalitetskrav til vann». Statens trykksaks-ekspedisjon 1—2026.
2. *Myrstad, J. A., Eikland, I., Eikum, A. S., Storstein, J. A., Tveiten, Aa. og Gjesing, E. T.* (1979): «Vannforsyning i Norge, forsknings- og utredningsbehov». Komité for forurensningsspørsmål under NTNF. NIVA-rapport 0-78001 XK-26.
3. *Statens forurensningstilsyn* (1979): «Kvalitetsnormer for avløpsrenseanlegg». TA-538.
4. *Dambaug, T., Gudmundsen, Rogne, A. K.*: «Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg». NIVA, VA 12/80.