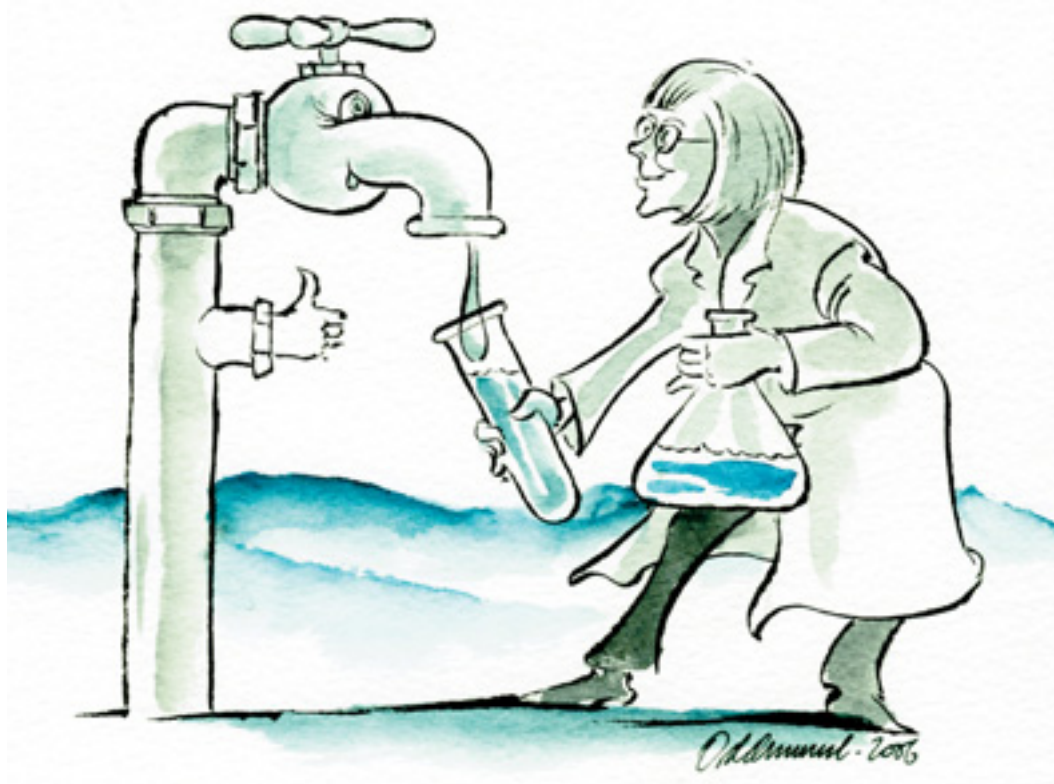


Prosjektrapport

Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann



AL Norsk vann og avløp BA

NORVAR-rapporter

Norsk vann og avløp BA – NORVAR BA – er en landsdekkende interesse- og kompetanseorganisasjon i vann- og avløpssektoren som eies av norske kommuner og VA-verk. NORVAR BA organiserer samarbeid mellom VA-verkene i tekniske, økonomiske og administrative spørsmål.

Et ledd i dette arbeidet er utgivelse av NORVAR-rapporter. Det utgis 3 typer rapporter:

Rapportserie A:

Dette er de opprinnelige NORVAR-rapportene. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem, NORVARprosjekt
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i NORVAR BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre. NORVAR-rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B:

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall.

Rapportserie C:

Dette er rapporter delfinansiert av NORVARprosjekt, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall

NORVAR-rapport

AL Norsk vann og avløp BA

Postadresse: Vangsvegen 143, 2317 Hamar
Webadresse: www.norvar.no
Besøksadresse: Vangsvegen 143, Hamar
Telefon: 62 55 30 30

Rapportnummer:	148 - 2006
Dato:	12. mai 2006
Antall sider (inkl. bilag):	74
Tilgjengelighet:	
Åpen:	x
Begrenset:	

Rapportens tittel:

Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann

Forfatter(e):

Lars J. Hem og Ragnar Storhaug, Aquateam AS, Fredrik B. Ording, Asplan Viak AS

Ekstrakt:

Drikkevannsforskriften stiller krav til dokumentasjon av vannkvalitet, men det er opp til den enkelte vannverkseier å foreslå overfor Mattilsynet hvordan disse kravene kan møtes for eget vannforsyningssystem.

Denne veiledningen gir anbefalinger og råd om hvordan man kan gå frem for å fastlegge prøvetakingsprogram for det enkelte vannverk, både når det gjelder valg av prøvepunkter, hyppighet av prøvetaking og hvilke parametre man skal analysere på. Det er delt inn i prøvetakingsprogram for hhv. råvann, behandlet vann og nettvann.

Veiledningen gir videre anbefalinger og råd for gjennomføring av selve prøvetakingen, om bruk av kontinuerlige målinger og om bruk av måldata. Det er også gitt anbefalinger og råd om hvordan man kan forholde seg til vannkvalitetsparametre som det ikke analyseres på rutinemessig, og til vannkvalitetsparametre som beregnes.

Selve veiledningsdelen er gjort så kortfattet som mulig, mens en del utdypende informasjon og tabeller er plassert i vedleggsdelen. Som vedlegg er det også utarbeidet eksempler på prøvetakingsprogrammer for noen ulike vannverkskategorier.

Emneord, norske:

Vannforsyning
Vannkvalitet
Overvåking
Prøvetakingsprogram

Emneord, engelske:

Water supply
Water quality
Monitoring
Sampling program

Andre utgaver:

ISBN 82-414-0274-0

FORORD

Kontroll av drikkevannets kvalitet er en sentral oppgave for vannverkene, som produsenter av vårt viktigste næringsmiddel. Drikkevannsforskriften stiller krav til dokumentasjon av vannkvaliteten, men mange vannverkseiere opplever det som en krevende oppgave å utforme prøvetakingsprogram for eget vannforsyningssystem, basert på forskriftskravene alene.

Målet med denne veiledningen er å gi nærmere råd og anbefalinger for hvordan man kan gå frem i arbeidet med å utarbeide prøvetakingsprogrammer for vannverk, som både vil tilfredsstille drikkevannsforskriftens krav og samtidig gi mest mulig nyttig informasjon for den løpende driften av vannverket.

Ved utarbeidelse av veiledningen har vi tatt utgangspunkt i gjeldende krav i drikkevannsforskriften, vel vitende om at det kan og bør komme endringer i regelverket i årene som kommer, blant annet når det gjelder de mikrobiologiske parametrene (indikatororganismer). Det vil derfor være et behov for å revidere veiledningen i takt med regelverks- og kunnskapsutviklingen på området. Ved revisjon vil man også ha mulighet for å innarbeide erfaringene fra bruken av veiledningen, for å tilpasse den best mulig til vannverkseienes behov.

Veiledningen er skrevet av Lars J. Hem, Aquateam AS, Ragnar Storhaug, Aquateam AS og Fredrik B. Ording, Asplan Viak AS. Lars J. Hem har vært hovedforfatter og ansvarlig for oppdraget overfor NORVAR.

Arbeidet med veiledningen har vært finansiert gjennom NORVAR*prosjekt*, og NORVARs prosjektleder har vært Toril Hofshagen.

En referansegruppe har gitt viktige bidrag til arbeidet med veiledningen, og har bestått av:

- Finn Bjørgum, Trondheim kommune
- Arne Seim, Bergen kommune
- Ernst G. Hovland, IVAR IKS
- Svein F. Liane, Tveiten AS (Driftsassistansene for Telemark og Aust-Agder)

Det har dessuten vært gjennomført en høringsrunde før ferdigstilling av veiledningen, der Mattilsynet, Nasjonalt folkehelseinstitutt, referansegruppen for prosjektet og representanter for driftsassistansene har vært høringsinstanser. Fagutvalget for NORVARs vanngruppe har også hatt anledning til å gi innspill.

NORVAR vil få takke alle bidragsytere for nyttige innspill og diskusjoner!

Vi håper at veiledningen vil være et nyttig verktøy for vannverkseiere, rådgivermiljøer og myndigheter i arbeidet med utforming, revisjon og godkjenning av prøvetakingsprogrammer for drikkevann!

Hamar, 12. mai 2006

Toril Hofshagen

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1. Målet med veiledningen	7
1.2. Verdien av representativitet	8
1.3. Vannverkseiers frihet og plikter med hensyn på prøvetaking og analyser	8
1.4. Oppbygging av veiledningen	9
1.5. Overvåking over tid	9
2. Prøvetakingsprogram for råvann	11
2.1. Valg av prøvetakingspunkter	11
2.2. Vannanalyser	11
2.3. Hyppighet av prøvetaking	12
3. Prøvetakingsprogram for behandlet vann	14
3.1. Generelt	14
3.2. Vannanalyser	14
3.3. Valg av prøvetakingspunkter og hyppighet av prøvetaking	14
3.4. Representativitet	16
4. Prøvetakingsprogram for nettvann	17
4.1. Valg av prøvetakingspunkter	17
4.2. Vannanalyser	18
4.3. Hyppighet av prøvetaking	19
4.4. Prøvetaking ved spesielle hendelser på nettet	20
4.5. Representativitet	20
5. Gjennomføring av prøvetaking	21
5.1. Generelt om prøvetaking i vannforsyningssystem	21
5.2. Mikrobiologiske prøver	22
5.3. Fysisk/kjemiske prøver	23
6. Vannkvalitetsparametre som det ikke analyseres på rutinemessig	24
7. Parametre som beregnes	25
8. Kontinuerlig målinger som supplement og evt. alternativ til prøvetaking og analyse	26
8.1. Hvilken informasjon får en fra kontinuerlige målinger	26
8.2. Aktuelle parametre	26
8.3. Krav til utførelse	27
8.4. Krav til kontrollprøver for å dokumentere at målingene er riktige	28
8.5. Begrensning av omfanget av kontinuerlig måling	28
9. Bruk av måledata	30
9.1. Lagring av data	30
9.2. Kvalitetssikring av data	30
9.3. Statistisk bearbeiding av data	31
10. Referanser	32
Vedlegg 1. Prøvetakingspunkter og analyseprogram i vannbehandlingsanlegg	35
Vedlegg 2 Prosedyre for valg av prøvetakingspunkter på ledningsnettet	39
V.2.1 Innsamling av generell grunnlagsinformasjon	39
V.2.2 Kartlegging av problemområder og sårbare abonnenter	39
V.2.3 Evaluering av problemområder og sårbare abonnenter	41
V.2.3.1 Sannsynlighetsklasser	41
V.2.3.2 Konsekvensklasser for problemområder	41
V.2.3.3 Konsekvensklasser for sårbare abonnenter	41

V.2.3.4 Risikoanalyse	42
V.2.3.5 Kritikalitetsanalyse.....	42
V.2.4 Plassering av prøvetakingspunkter på nettet.....	43
V.2.4.1 Plassering av prøvetakingspunkter for karakterisering av generell vannkvalitet	43
V.2.4.2 Plassering av prøvetakingspunkter i problemområder og for sårbare abonnenter	44
Vedlegg 3. Analysehyppigheten for parametre som en vurderer å analysere rutinemessig.....	46
Vedlegg 4. Vannkvalitetsparametre som det ikke analyseres på rutinemessig.....	54
Vedlegg 5. Eksempel på statistisk bearbeiding av målenøyaktighet ved pH-måling	56
Vedlegg 6. Bruk av måledata	57
V.6.1 Statistisk bearbeiding av data	57
V.6.2 Eksempler på bruk av data.....	58
V.6.2.1 Sammenligning av fargetall i to etterfølgende år.....	58
V.6.2.2 Konsekvenser av tiltak	59
V.6.3 Vannkvalitetsdata på Internett	59
Vedlegg 7. Drikkevannsforskriftens krav til prøvetaking og analyseprogram	63
Vedlegg 8. Eksempler på prøvetakingsplaner for ulike typer av vannverk	66
V.8.1 50-500 personer, overflatevann, én barriere i vannbehandlingen.....	67
V.8.2 50-500 personer, grunnvann, ingen barrierer i vannbehandlingen	68
V.8.3 50-500 personer, overflatevann (bekk), to barrierer i vannbehandlingen	69
V.8.4 >5000 personer, overflatevann, én barriere i vannbehandlingen.....	70
V.8.5 >5000 personer, grunnvann, ingen barrierer i vannbehandlingen	71
V.8.6 >5000 personer, overflatevann (elv), to barrierer i vannbehandlingen	73

Sammendrag

Drikkevannsforskriften inneholder krav til prøvetaking av rentvann, herunder nettvann, samt av råvann. Forskriften inneholder også krav til analyseparametre og –metoder som disse vannprøvene skal analyseres med hensyn på. Forskriften stiller krav om at nettkontrollen skal gi et representativt bilde av vannkvaliteten over året. Valg av prøvetakingspunkter og utforming av prøvetakingsprogram skal gjøres av vannverkseier, forelegges Mattilsynet og være en del av godkjenningen av vannforsyningssystemet.

Denne veiledningen omhandler utarbeidelse av prøvetakingsplaner og har spesiell fokus på valg av prøvetakingspunkter og analyseparametre. Det er lagt vekt på hensynet til problemområder og sårbare abonnenter i valg av prøvetakingspunkter, og det skilles mellom prøvetaking for generell vannkvalitetsovervåking og prøvetaking i kritiske punkter/soner.

Denne veiledningen inneholder anbefalinger om hvordan en skal forholde seg til analyse, og eventuelt beregning, av vannkvalitetsparametrene i drikkevannsforskriften når en utarbeider analyseprogrammet. Langt på vei anbefales det i denne veiledningen ikke å analysere regelmessig for parametre der verdiene i råvannet ikke overskrider kravene i forskriften, og som det er meget lite sannsynlig at vil komme til å endres i råvann eller rentvann.

I veiledningen forutsettes det at for de fleste vannkvalitetsparametre er det mest hensiktsmessig å måle disse i rentvann fra vannbehandlingsanlegg. Dersom parametrene endres som følge av vannbehandlingen, bør de også måles i råvann. Analyser av nettvann bør primært gjennomføres for parametre som kan endres i ledningsnett, foruten parametre drikkevannsforskriften krever at analyseres.

Veiledningen omhandler videre prøvetakingsfrekvens, og da spesielt for råvann. Denne prøvetakingsfrekvensen, og valg av parametre for råvannsprøvene, må ses i sammenheng med råvannskvaliteten og hvor hyppig denne endres. Prøvetakingsfrekvensene (pr. år) som angis i drikkevannsforskriften er minimumsverdier. Med unntak av enkelte anlegg med råvann fra dype innsjøer eller grunnvann er ikke dette tilstrekkelig til å fange opp variasjonene i vannkvaliteten, og heller ikke tilstrekkelig til å kunne gjennomføre noen statistisk analyse av råvannskilden som hygienisk barriere.

Spesielle forhold knyttet til prøvetaking for mikrobiologisk og fysisk-kjemisk analyse av drikkevann omtales. Spesielt for prøvetaking innen vannforsyning er den utstrakte bruken av stikkprøver i stedet for blandprøver. Dette skyldes blant annet at prøver for mikrobiologisk analyse må analyseres kort tid etter prøvetaking, og det anbefales å fortsette dagens praksis med å ta stikkprøver.

Kontinuerlig måling av vannkvalitet kan være et nyttig supplement til ordinær prøvetaking og analyse, både for råvann, vannbehandlingsanlegg og i enkelte tilfeller på ledningsnett. Turbiditet og temperatur på råvann er eksempelvis relativt enkle parametre å måle for å fange opp raske variasjoner i råvannskvaliteten i forbindelse med fullsirkulasjon, betydelig nedbør, mm.

Summary

This report is published in Norwegian by
Norwegian Water and Wastewater BA (NORVAR BA), www.norvar.no

Address: Vangsvegen 143, N-2317 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
Fax: + 47 62 55 30 31
E-mail: post@norvar.no

Report no: 148/2006

Report Title: Guidelines for sampling programs for water supply

Date of issue: May 12th 2006

Number of pages: 74

Keywords: Water supply, water quality, monitoring, sampling program

Author: Lars J. Hem, Ragnar Storhaug, Fredrik B. Ording

ISBN: 82-414-0274-0

Summary:

The topics of this guideline are procedures and plans for sampling and water analysis in water supply systems. The guideline covers sampling in raw waters, water treatment plants and drinking water distribution systems. The main conclusions in the report are:

- The choice of sampling points should be made from an analysis of critical areas rather than what is convenient for the sampler.
- The sampling frequencies given in the drinking water regulation are minimum frequencies, and at least for most raw waters far more frequent sampling is needed to cover ordinary water quality variations.
- The extensive use of grab samples in water supply differs from the practise in sampling of most other water types. Due to the extensive sampling for microbiological analysis, it is recommended to continue the present practise.
- The guideline includes recommendations for which parameters that should be analysed, and which that can be regarded as abundant.
- On-line water quality measurement can be a valuable tool when used in addition to ordinary sampling and analysis.

1. Innledning

1.1. Målet med veiledningen

Krav til dokumentasjon av vannkvalitet er gitt i drikkevannsforskriften (SHD, 2001). Veiledningen til drikkevannsforskriften utdyper i tillegg en rekke forhold som er omtalt i forskriften.

Drikkevannsforskriftens krav til dokumentasjon av vannkvalitet stiller vannverkseierne overfor store utfordringer når selve prøvetakingsprogrammet skal utformes. Tabellene i vedlegget til forskriften er kompliserte, og det er ikke gitt noen eksempler på hvordan tabellene kan la seg omsette i praksis for ulike typer av vannverk. Det er videre ikke avklart hvordan man skal forholde seg til parametre som "ikke trenger måles dersom det er dokumentert at de ligger under grenseverdien" og parametre som "ikke trenger analyseres i vannet, men kun beregnes".

Det ønskes en avklaring fra myndighetenes side på hvordan man forholder seg til kontinuerlige målinger som alternativ til stikkprøver, videre hvilke prosedyrer som må etableres i tilknytning til en eventuell verifikasjon av vannkvalitet med kontinuerlig måling.

Målet med denne veiledningen er å gi vannverkseierne tilgang til egnede verktøy og nødvendig støtteinformasjon slik at de enklere kan utarbeide prøvetakingsprogram for eget vannforsyningssystem. Inkludert i dette er vurdering av valg av parametre, og ikke minst hvilke parametre som kan utelates.

Denne veiledningen er ment som støtte for å etterkomme kravene i drikkevannsforskriften, og forskriftens krav til prøvetaking og analyse må selvsagt tilfredsstilles. Denne veiledningen vil forhåpentligvis være et bidrag til å få et godt system for prøvetaking og dokumentasjon av vannkvalitet.

Det er ikke vurdert eventuelle endringer for prøvetaking og analyse av drikkevann som følger av implementering av EUs rammedirektiv for vann. Det er heller ikke vurdert eventuelle fremtidige krav til prøvetaking og rapportering som Mattilsynet for øvrig vil stille.

Vannprøver tas og analyseres rutinemessig for å dokumentere vannkvaliteten, samt for å danne grunnlag for det kontinuerlige arbeidet med drift og vedlikehold. I tillegg tas det tidvis prøver fordi en har mistanke eller visshet om at vannkvaliteten ikke er tilfredsstillende. Prøvetaking og vannanalyse skal da bidra til en avklaring av i hvilken grad kravene til vannkvalitet er overskredet, og hvor mange abonnenter som er berørt. Denne veiledningen omhandler kun den rutinemessige prøvetakingen, mens prøvetaking pga. spesielle forhold må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Prøvetaking knyttet til valg av vannkilder, dvs før vannverket er i drift, krever mer omfattende prøvetaking og dokumentasjon enn det som denne veiledningen omtaler som råvannsprøver. Slike undersøkelser omhandles derfor ikke her. Dette er det viktig å være oppmerksom på, fordi argumentasjonen i denne veiledningen om at man ikke trenger å måle på bestemte parametre også tar utgangspunkt i erfaringene fra slike innledende undersøkelser. Dette er også forutsetninger som drikkevannsforskriften legger til grunn for å kunne redusere antall prøver eller antall parametre.

1.2. Verdien av representativitet

Den rutinemessige prøvetakingen og vannanalysene skal gi et representativt bilde av vannkvaliteten i både tid og rom. Med dette menes at en skal få kartlagt vannkvaliteten på en slik måte at en får en beskrivelse av vannkvaliteten i hele vannforsyningssystemet, og likeledes en beskrivelse av hvordan vannkvaliteten varierer over året avhengig av vannforbruk, klimatiske forhold mm. Prøvetakingen skal dermed foretas med en tilstrekkelig hyppighet og på utvalgte steder i ledningsnettets som totalt sett gir et grunnlag for å beskrive vannkvaliteten til abonnent. Prøvetakingsprogrammet må utformes slik at det tar tilstrekkelig hensyn til kritiske punkter og sårbare abonnenter.

Prøvetaking av råvann og i behandlingsanlegget må ha en hyppighet som gjør det mulig å fange opp variasjoner i vannkvalitet pga årstid, avrenning mm. Dette vil gi et grunnlag for å beskrive råvannkvaliteten. Hyppigheten av prøvetakingen og omfanget av analyseprogrammet vil nødvendigvis variere avhengig av type vannkilde og størrelse på vannverk. I tillegg kan det være aktuelt å utvide analyseprogrammet i perioder, f.eks. dersom temperaturen endrer seg raskt eller det påvises koliforme bakterier. Sesongbetonte vannverk, som f.eks. hyttevannverk, må vurderes spesielt.

Dersom resultatene fra vannanalysene benyttes til statistisk bearbeiding, er det spesielt viktig at prøvetakingen er representativ, fordi resultatene fra en slik bearbeiding oftest presenteres uten kommentarer/forbehold med hensyn til prøvetaking.

Generelt bør det være en kvalitetssikring av alle vannkvalitetsdata før de anvendes eller arkiveres, også når resultatene kommer fra et laboratorium som kontrolleres av et akkrediteringsorgan. Det må tas høyde for at det kan skje feil ved både prøvetaking, analyse og rapportering.

1.3. Vannverkseiers frihet og plikter med hensyn på prøvetaking og analyser

Drikkevannsforskriften (SHD, 2001) inneholder krav til minste antall prøver av råvann og nettvann, samt krav til parametre det skal analyseres på. Vannverkets frihet består i denne sammenheng i muligheten for å øke omfanget av prøvetakingen og antall analyseparametre, dersom dette vil gi nødvendig eller verdifull informasjon. Spesielt bør det vurderes å analysere med hensyn på *E.coli* som supplement til koliforme bakterier, fordi mange vannverk hyppig påviser koliforme bakterier med Colilert-metoden i råvann uten at de samtidig påviser *E.coli* eller andre indikatororganismer for patogene mikroorganismer.

Forskriften stiller krav om at ved både enkel og utvidet rutinekontroll skal prøvene analyseres ved analyselaboratorier som kontrolleres av et akkrediteringsorgan. Ved nettkontroll skal det benyttes et laboratorium som har et system for kvalitetssikring av analysene, men det stilles ikke krav om at laboratoriet skal kontrolleres av et akkrediteringsorgan. I tillegg krever overvåkingen av behandlingsprosesser, f.eks. klorering, enten hyppig prøvetaking og analyse, eller en kontinuerlig overvåking av vannkvaliteten. For analyser som ikke inngår i dokumentasjonen overfor myndighetene, kan vannverket velge om de vil benytte et laboratorium med kvalitetssikring (og eventuelt akkreditering) eller ikke.

Dersom vannverket utfører fysisk-kjemiske vannanalyser i egen regi, eller ved et eksternt laboratorium som ikke kontrolleres av et akkrediteringsorgan, bør kvaliteten kontrolleres med jevne mellomrom ved parallelle analyser ved et akkreditert laboratorium.

Vannverket skal utøve egenkontroll, og dette vil også generere vannanalyser i egen regi eller ved eksternt laboratorium. Det er ingen uttalte begrensninger med hensyn på å samordne vannprøvetaking for egenkontroll og for dokumentasjon overfor myndighetene, såfremt myndighetenes krav til analyselaboratorium overholdes.

Prøvetakingspunktene på ledningsnettet skal være representative for nettet. Vannverkseier står i utgangspunktet fritt i valg av prøvetakingspunkter, men planen skal forelegges Mattilsynet og være en del av godkjenningen. Mattilsynet vil derfor kunne kreve endringer i forslaget til prøvetakingsprogram.

1.4. Oppbygging av veiledningen

Veiledningen er bygget opp med kapitlene 2-4 om utarbeiding av prøvetakingsprogram for henholdsvis råvann, behandlet vann og nettvann. Kapitlene omhandler de parametrene i tabell 1, 2 og 3 i drikkevannsforskriften som oftest analyseres rutinemessig. Kapitlene 2-4 gir generelle anbefalinger om analysehyppighet for ulike parametre. I tillegg gis det anbefalinger for parametre der det er dokumentert at konsentrasjonen av den aktuelle parameter er kjennetegnet av:

- I råvann: At vannkvaliteten er forutsigbar og stabil. Med ”stabil” menes at eventuelle variasjoner er så små at de ikke vil føre til problemer i vannbehandling eller for levert vann.
- I behandlet vann og nettvann: At vannkvalitetsparametrene til enhver tid er under grenseverdien i forskriften, og har vist seg så stabile at det ikke er fare for overskridelser.

Med ”dokumentert” menes som hovedregel at vannverket har gjort regelmessige og representative analyser i tre år, og at disse har vist en stabil verdi. I noen tilfeller er det forhold ved en råvannskilde som gjør at man kan trekke denne konklusjonen uten tre års analyser.

Kapittel 5 omhandler utførelsen av prøvetakingen.

Kapittel 6 omhandler hvordan vannverkene skal forholde seg til analyser av vannkvalitetsparametre som de ikke behøver analysere rutinemessig, dvs. tungmetaller og en rekke andre helseskadelige stoffer.

Kapittel 7 omhandler parametre som skal beregnes, ikke måles.

Kapittel 8 omhandler kontinuerlig måling av vannkvalitet.

Kapittel 9 omhandler bearbeiding og bruk av måledata.

For å begrense veiledningens volum, og dermed øke lesbarheten, er bakgrunnsinformasjon samt en del teori plassert i vedlegg. I tillegg er det i vedlegg 8 vist konstruerte eksempler på prøvetakingsplaner for ulike typer vannverk.

1.5. Overvåking over tid

Rutinemessige analyser av vannprøver fra vannverk som er i drift har særlig fire hensikter:

- Å avsløre avvik fra det forventede, uansett årsak

- Å overvåke endringer i kildekvalitet, vannbehandlingsprosesser og nettvann over tid
- Dokumentasjon overfor myndighetene og abonnenter
- Grunnlag for tiltak i vannforsyningssystemet

2. Prøvetakingsprogram for råvann

2.1. Valg av prøvetakingspunkter

I denne veiledningen vurderes kun råvannsprøvetakingen på vannbehandlingsanlegget. Prøvetaking i tilsigsområdet til råvannet vil komme i tillegg. Omfanget av denne prøvetakingen vil bestemmes ut fra både vannverkets størrelse, type råvannskilde, sesongmessige variasjoner, aktiviteter i tilsigsområdet og om kilden utgjør en hygienisk barriere.

I enkelte tilfeller kan vannkvaliteten endres i inntaksarrangement og rør/tunnel frem til vannbehandlingsanlegget. Prøvetakingspunktet for råvann bør derfor normalt være inne i behandlingsanlegget, og dette er da også vanligvis tilfelle.

Ved en del grunnvannsverk har de flere brønner med ulik vannkvalitet. I disse tilfellene bør det tas prøver av vannkvaliteten i den enkelte brønn i tillegg til råvannet inn på behandlingsanlegget.

2.2. Vannanalyser

Råvann skal minimum analyseres med hensyn på parametrene i kategorien nettkontroll, med unntak av smak, samt på parametre (forurensninger) som det er grunn til å anta blir tilført vannkilden i mengder av betydning for grenseverdien (SHD, 2001). I denne veiledningen foreslås det at råvannet i tillegg skal analyseres med hensyn på alle parametre som endres i vannbehandlingsanlegget, herunder stoffer som klorid og sulfat som endres ved bruk av jern- og aluminiumsalter som koagulant. Hyppighet av analyser av parametre som en må vurdere å analysere rutinemessig, og der det er dokumentert at vannkvaliteten er forutsigbar og under grenseverdien, er nærmere omtalt i vedlegg 3.

For vannkvalitetsparametre som ikke endres i vannbehandlingsanlegget eller på nettet, anbefales det at parametrene kun analyseres i rentvann fra behandlingsanlegget, og analyseresultatene er da også et mål på råvannskvaliteten. Der vannkvalitetsparametrene endres i vannbehandlingsanlegget, prøvetas også råvannet for kartlegging av variasjonene der. I vedlegg 3 gis det anbefalinger om parametervalg for overvåkning av råvannskvaliteten når denne anses som kjent. Anbefalingene må imidlertid korrigeres hvis det opptrer spesielle forhold som gjør det nødvendig å overvåke råvannskvaliteten spesielt godt. Som eksempler på slike forhold, kan nevnes anleggsarbeider eller annen menneskelig aktivitet i tilsigsområdet, eller dersom en har spesielt følsomme vannbehandlingsprosesser.

Spesielt gjelder at dersom tre års kartlegging viser at en grunnvannskilde sannsynligvis er påvirket av overflatevann med kort oppholdstid i grunnen, skal grunnvannskilden vurderes som "elv eller bekk" i vurdering av analyseparametre og -hyppighet (jf. inndelingen i vedlegg 3).

I enkelte vannkilder kan det være aktuelt å overvåke sammensetning og mengde alger for å kunne forutse eventuelle driftsproblemer knyttet til algeoppblomstring.

Drikkevannsforskriften omhandler ikke spesifikke krav til parametre for overvåkning av eventuell eutrofiering i råvannskilden, og heller ikke endringer i algesammensetningen og eventuell forekomst av cyanobakterier. (Cyanobakterier, eller blågrønnalger, kan gi både lukt og smak på vannet, og kan i ekstreme tilfeller produsere algetoksiner). Der råvannskilden er

en innsjø, er det relevant å foreta undersøkelser av eutrofitilstand og algesammensetning med fra ett til noen års mellomrom, avhengig av innsjøtype, aktiviteter i nedbørfeltet og vannkvalitet. Dersom råvannskilden inneholder cyanobakterier, bør disse kartlegges kvalitativt og kvantitativt.

2.3. Hyppighet av prøvetaking

Drikkevannsforskriften (SHD, 2001) angir minimumsfrekvens for prøvetaking av råvann, og veiledningen til drikkevannsforskriften (Mattilsynet, 2005) gir supplerende informasjon vedrørende overvåking av råvannskvaliteten. Følgende minimumsfrekvens for prøvetaking av råvann er angitt:

- 4 ganger pr år ved vannverk som forsyner < 10.000 personer
- 8 ganger pr år ved vannverk som forsyner 10.000 – 30.000 personer
- 12 ganger pr år ved vannverk som forsyner > 30.000 personer

Der råvannskildene er store og dype innsjøer eller grunnvann med stabil vannkvalitet, **kan** minimumsfrekvensen være tilstrekkelig. Der råvannskilden er en elv eller en liten innsjø, kan vannkvalitetsvariasjonene være så store og raske at råvannet bør prøvetas betydelig hyppigere, men da gjerne med et begrenset analyseprogram. Ved større vannverk med elv som råvann, bør en vurdere kontinuerlig måling av turbiditet, temperatur og eventuelt ledningsevne og farge som supplement til manuell prøvetaking og analyse.

Programmet for prøvetaking og analyse av råvannet skal i henhold til drikkevannsforskriften i tillegg gi grunnlag for dokumentasjon av:

- Om vannkilden er en hygienisk barriere
- Om vannbehandlingen omfatter de nødvendige prosessstrinn

Det er ikke angitt krav i drikkevannsforskriften til statistisk signifikansnivå for å kunne anse en vannkilde som en hygienisk barriere. Dersom det for eksempel stilles krav om at 90 % av prøvene har *E.coli* < 1/100 ml og 99 % av prøvene har ≤ 3 /100 ml, og en kan forvente minst én prøve pr. år med påvist *E.coli*, vil det for de fleste vannverk være behov for vesentlig flere prøvetakinger enn minstekravet i drikkevannsforskriften. Det er behov for > 10 prøvetakinger pr. år dersom en vannkilde skal kunne betraktes som en hygienisk barriere med *E. coli* påvist i én prøve pr. år. Dersom en kan forvente én prøve hvert annet år med *E. coli* > 3 /100 ml, må det tas prøver minst ukentlig for å kunne dokumentere at < 99 % av prøvene har ≤ 3 /100 ml. Alle indikatororganismer som historisk har avveket fra <1/100 ml, bør analyseres i alle disse prøvene. Det må understrekes at slik prøvetaking ikke nødvendigvis vil fange opp et kortvarig utslipp av avløpsvann som inneholder *E.coli*, fordi *E.coli* har en kort overlevelsestid i vannet (0,5-2 dager under sommertemperaturer, Lund, 1985), men likevel vil være et grunnlag for å beregne sannsynligheten for at det har vært *E.coli* i vannet i løpet av f.eks. ett år.

Hvor ofte en skal analysere på ulike mikrobiologiske analyseparametre i råvannet, vil avhenge av flere forhold:

- Hvilke hygieniske barrierer finnes i vannbehandlingsanlegget?
- Er forurensning fra mennesker, husdyr eller ville dyr sannsynlig?
- Er tilfeldig forurensning fra mennesker, husdyr eller ville dyr mulig (dvs. uten hærverk/sabotasje)?
- Vannverkets størrelse og type abonnenter

➤ Hvor raske vannkvalitetsvariasjoner kan en forvente?

Som et utgangspunkt foreslås følgende vurderinger som grunnlag for å velge analyseparametre, basert på parametervalget som er angitt i drikkevannsforskriften (SHD, 2001). Det presiseres at dette er et eksempel, og at det enkelte vannverk i samarbeid med tilsynsmyndigheten må vurdere omfanget av analyser og når det skal analyseres med hensyn på de ulike parametrene. Kimtall er ingen egnet indikator på tilstedeværelse av patogene mikroorganismer og holdes utenom denne diskusjonen:

1. Dersom det over tid ikke påvises koliforme bakterier eller *Clostridium perfringens*, er det lite sannsynlig å påvise andre indikatororganismer.
2. Dersom det over tid ikke påvises *E. coli*, *Clostridium perfringens* eller intestinale enterokokker, er det lite sannsynlig at en vil kunne påvise *Giardia*, *Cryptosporidium* eller andre patogene organismer. (Siden *E.coli* dør raskt, er fravær av *E.coli* i en enkeltprøve ikke nødvendigvis indikasjon på at parasitter eller sporer ikke er tilstede).
3. Dersom det i en enkeltp prøve påvises *E. coli*, *Clostridium perfringens* eller intestinale enterokokker, bør en vurdere om det bør analyseres på andre mikroorganismer i tillegg. Hyppigheten på prøvetaking og analyse bør avspeile hvor raskt en kan forvente endringer i råvannskilden, noe som avgjøres av hydrologiske og meteorologiske forhold.
4. Dersom det påvises $> 3/100$ ml av *E. coli*, *Clostridium perfringens* eller intestinale enterokokker, bør en ta prøver minst ukentlig. Denne prøvetakingshyppigheten bør opprettholdes til innholdet av *E.coli* er $< 3/100$ ml.

Clostridium perfringens anses som en indikator på at f.eks. klorresistente mikroorganismer med lang overlevelse kan være tilstede. *Clostridium perfringens* forekommer imidlertid naturlig i miljøet i tillegg til i fæces fra varmblodige dyr, og kan derfor registreres uten at det samtidig er andre indikasjoner på helsemessig risiko. Man bør derfor ikke konkludere med hensyn på helsemessig vannkvalitet på bakgrunn av påvisning av denne indikatororganismen alene, spesielt ikke når kilden er overflatevann. Funn av *Clostridium perfringens* i grunnvann må imidlertid tas som indikasjon på at forurenset overflatevann har trengt inn i brønnen.

Fravær av de indikatororganismene som er nevnt over er ingen garanti for fravær av patogene mikroorganismer, noe som det er spesielt viktig å være bevisst etter hendelser som kan ha medført tilførsel av slike organismer til råvannet.

Det er heller ikke angitt krav i drikkevannsforskriften til statistisk signifikansnivå for å kunne vurdere om fysisk-kjemisk råvannskvalitet tilsier at et eget prosesstrinn for f.eks. fargefjerning kan utelates. For vannkvalitetsparametre som farge og pH vil variasjonene tross alt vanligvis være begrenset, og en kan anse at dersom f.eks. 90 % av råvannsprøvene overholder krav til vannkvalitet på rentvann, er et eget prosesstrinn ofte unødvendig. Dette tilsier at dersom en skal kunne akseptere at én prøve pr. år overskrider vannkvalitetskravene angitt i forskriften, må parameteren måles minst 10 ganger pr. år.

3. Prøvetakingsprogram for behandlet vann

3.1. Generelt

Kvalitetskravene som stilles til drikkevann, er knyttet til ferdig behandlet og levert vann. I tilknytning til vannbehandlingsprosessene er det imidlertid nødvendig å plassere en rekke prøvetakingspunkter. Med prøvetaking menes i denne sammenheng enten manuell prøvetaking med etterfølgende analyse på internt eller eksternt laboratorium, eller kontinuerlig registrering av ulike parametre (for eksempel pH, turbiditet, restklor eller restmetall). Informasjonen som innhentes i prøvetakingspunktene, kan deles i to hovedgrupper:

- Styringsinformasjon: Registrering og analyse av parametre som benyttes til å styre/regulere behandlingsprosessen. Eksempelvis kan nevnes registrering av pH, turbiditet, farge og temperatur i råvannet på et direktefiltreringsanlegg, hvor dette er informasjon som benyttes for styring av doseringen av fellingskjemikalier.
- Dokumentasjon: Prøvetaking og analyse for å dokumentere den totale effekten av vannbehandlingen (f.eks. bakteriologiske parametre, klorrest, kalsium, alkalitet og pH i rentvannet).

3.2. Vannanalyser

Rentvann skal tilfredsstillere alle parametre i drikkevannsforskriften. I hvilken grad det er relevant å analysere på de ulike stoffene omtales nærmere i kapittel 6 og i vedlegg 1. Generelt bør det analyseres med hensyn på alle parametre angitt for enkel rutinekontroll i tabell 6.1 i drikkevannsforskriften, alle parametre som endres i vannbehandlingsanlegget samt øvrige parametre i tabell 3.1 i forskriften som kan overskride grenseverdiene.

Dersom vannverkseier vurderer å skifte til UV-desinfeksjon, bør i tillegg rentvann fra behandlingsanlegget analyseres med hensyn på UV-absorbans/UV-transmisjon med frekvens minst som for utvidet rutinekontroll, for å få et grunnlag for å vurdere hvorvidt UV-desinfeksjon er egnet og hvordan prosessen eventuelt skal dimensjoneres.

Det anbefales at ved prøvetaking for utvidet rutinekontroll utgjør rentvannet fra vannbehandlingsanlegget ett av prøvepunktene.

3.3. Valg av prøvetakingspunkter og hyppighet av prøvetaking

I vedlegg 1 er det gitt en oversikt over de mest aktuelle prøvetakingspunktene og forslag til analyseprogram for driftsovervåking ved vanlige behandlingsprosesser på norske vannverk.

Anleggenes størrelse og kompleksitet varierer, og det er derfor ikke mulig å gi noe allmenngyldig svar på hvor prøvetakingspunktene skal plasseres i hvert enkelt anlegg. Imidlertid er det de samme hovedtypene av behandlingsprosesser som benyttes på norske vannverk, og dette gjør det mulig å fastlegge en generell plassering i forhold til de ulike delprosessene. Ved valg av prøvetakingspunkter kan følgende angrepsmetode benyttes:

1. Definer hvilke parametre det skal stilles spesifikke målkrav til. Normalt er dette gitt av behandlingsprosessene (for eksempel farge og restmetall på et direktefiltreringsanlegg).

- På en del anlegg kan det også være parametre som ikke uten videre er gitt av behandlingsprosessene (for eksempel jern, mangan, sulfat etc.).
2. Gjennomgå hver delprosess og definer kritiske parametre for god funksjon. For de vanlige behandlingsprosessene på norske vannverk er dette gitt av prosessstypen.
 3. Utform et todelt prøvetakingsprogram som en del av internkontrollen
 - Styringsinformasjon: Kontinuerlig registrering og daglig prøvetaking, evt. prøvetaking ved hvert driftsbesøk på mindre anlegg. Programmet skal gi både styringsinformasjon og dokumentere prosessenes effektivitet, og prøvene kan analyseres av driftspersonell.
 - Dokumentasjon: Program med lavere prøvetakingsfrekvens som dokumenterer vannkvalitet i henhold til forskriften, og prøvene skal analyseres ved laboratorier som kontrolleres av et akkrediteringsorgan.

Som hovedprinsipp bør det plasseres prøvetakingspunkter før og etter hver delprosess. Dette er nødvendig for å kartlegge virkningen av hver delprosess, samt framskaffe et grunnlag for å optimalisere driften av de ulike enhetene. Det enkelte vannverk må vurdere om det er behov for rutinemessig prøvetaking i alle disse prøvetakingspunktene, eller om slik prøvetaking kun skal skje ved optimalisering av delprosesser.

Mange behandlingsanlegg skal ha innebygget to hygieniske barrierer i den totale vannbehandlingen. Et viktig punkt vil da være å kontrollere effekten av hver av de to hygieniske barrierene. For norsk vannbehandlingspraksis innebærer dette:

- Prøvetaking før tilsats av koagulant (dette dekkes normalt av prøvetaking av råvann) og etter hvert filter på anlegg med koagulering og direktefiltrering
- Prøvetaking før og etter hvert membranrør på et membranfiltreringsanlegg
- Prøvetaking før og etter desinfeksjon

På større behandlingsanlegg består prosessen normalt av flere parallelle prosesslinjer. Det må også legges vekt på å registrere kritiske parametre (dvs. parametre som er et direkte uttrykk for hvor godt prosessen fungerer) for hver parallell prosesslinje. Dette er spesielt viktig i tilknytning til enheter som skal fungere som hygieniske barrierer. Hvis et direktefiltreringsanlegg består av for eksempel 6 parallelle filtre, bør relevante vannkvalitetsparametre registreres i utløpet fra hvert filter. Hvis vannkvaliteten bare registreres i den totale vannmengden fra de 6 filtrene, vil en eventuell svikt i ett filter kunne "kamoufleres". Dette er spesielt viktig i forbindelse med organismer som er motstandsdyktige mot våre normale desinfeksjonsmetoder. Det er erfart i Milwaukee i USA at selv om rentvannet overholder alle kvalitetskrav kan én av flere linjer svikte som hygienisk barriere (Stenström, 1996). Ved det store utbruddet i april 1993 ble ca. 400.000 personer syke etter å ha drukket vann fra det kommunale vannverket som var forurensset med *Cryptosporidium parvum*.

Også ved membranlegg er det viktig å kunne verifisere den hygieniske barrieren ved måling av relevante indikatorparametre ut fra hvert membranrør. Ved Ask vannverk i Gjerdrum ble det påvist koliforme bakterier i rentvannet fra et membranlegg selv om analyser av farge og turbiditet i den samlede rentvannsstrømmen ikke tilsa at noe var galt med membranlegget. Analyser av farge ut fra hvert membranrør, og senere av hver membran, viste at det var gjennombrudd i enkelte av membranene (Hem, 2005).

Hvilke akseptkriterier en skal ha for hvorvidt en enhet fungerer som en hygienisk barriere, kan variere fra anlegg til anlegg. Kriteriene må være så strenge at de fanger opp en faktisk svikt i barrieren, men ikke så strenge at en ofte får falsk alarm. Et mulig akseptkriterium kan være at det skal gå en alarm dersom verdien overskrider middelverdien + 3 ganger standardavviket. Middelverdi og standardavvik beregnes ut fra historiske data. I tillegg skal selvsagt grenseverdiene for indikatorparametre angitt i veiledningen til drikkevannsforskriften overholdes (Mattilsynet, 2005).

Normalt foregår prøvetakingen etter et fastlagt program. Programmet må være så fleksibelt at det lar seg endre i "kritiske perioder", dvs. perioder da råvannskvaliteten eller andre faktorer (for eksempel større havarier av utstyr, flom etc.) medfører at risikoen for utilfredsstillende vannkvalitet øker.

3.4. Representativitet

I et vannbehandlingsanlegg gjennomføres ofte kontinuerlige målinger i driftsovervåkingen av behandlingsprosessene, og som omtalt i kapittel 8 bør disse målingene kontrolleres gjennom program for prøvetaking og vannanalyse. Av spesiell interesse er dokumentasjon av de ulike hygieniske barrierene i et vannbehandlingsanlegg, der både indikatororganismer og driftsparametre som restklor er viktige.

For måling av restklor gjelder spesielt at målingen må skje etter 30 minutters kontakttid, f.eks. ved å legge opp en egen rørsøyfe med oppholdstid 30 minutter spesielt for klormålingen, og at bassenger og rør etter klordoseringen må være utformet slik at en oppnår tilnærmet stempelstrømning. Siden den desinfiserende effekten av klor er avhengig av pH, kontakttid og dose, er det viktig at pH ligger i riktig intervall for at kontakttiden på 30 minutter skal være tilstrekkelig ved de lave klordosene som brukes i Norge.

For kontinuerlige prosesser som f.eks. klorering, utgjør ikke representative prøvetakingstidspunkter noen stor utfordring når prøvetakingsprogrammet skal utformes, men i diskontinuerlige/sykliske prosesser som f.eks. de fleste direktefiltreringsanlegg, er det av stor betydning når i syklusen prøvene tas. Prøvetakingstidspunktet kan med hell styres av kontinuerlige målinger som turbiditet.

Dersom målet med prøvetakingen er å dokumentere renseeffekter overfor myndighetene, bør prøvetakingstidspunktet i syklusen varieres slik at alle faser i syklusen blir representert i løpet av et gitt tidsrom. For fysisk-kjemiske parametre kan dette oppnås ved å ta tids- eller mengdeproporsjonale blandprøver.

Der vannprøver for mikrobiologiske analyser tas for å kontrollere at innholdet av patogene organismer eller indikatororganismer er null i utløpsvannet fra rensetrinnet, kan prøvene tas når vannkvaliteten målt kontinuerlig er dårligst.

4. Prøvetakingsprogram for nettvann

4.1. Valg av prøvetakingspunkter

Den norske drikkevannsforskriften (SHD, 2001) som bygger på EUs krav (Rådsdirektiv 98/83/EF), har fastsatt et minimum antall prøveomganger og prøver som skal tas pr. år og hvilke analyser som skal utføres, men sier ikke noe om antall prøvetakingspunkter og hvor disse skal legges. Spesielle forhold ved prøvetakingen, som valg av enkeltprøver eller blandprøver, er heller ikke omtalt i forskriften. Prøvefrekvensen bestemmes av vannverkets størrelse (antall personer som forsynes). Vedlegg 7 viser en oversikt over disse kravene.

Hovedmålet med prøvetaking i et vannforsyningsnett er å:

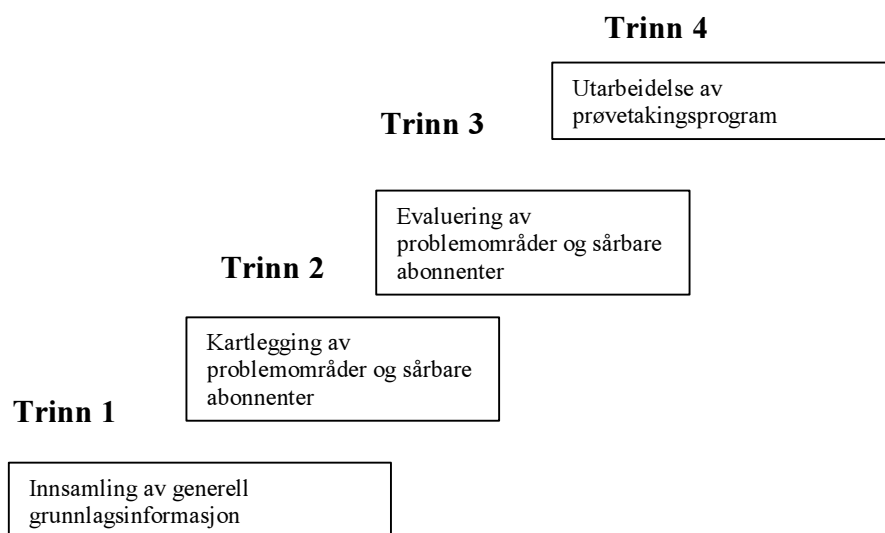
1. Gi et representativt bilde av vannkvaliteten som leveres til forbruker
2. Overvåke problemområder, sårbare abonnenter og ved spesielle hendelser på nettet

Prøvetakingsprogrammet må derfor inneholde følgende hovedtyper av prøvetakingspunkter:

- Generelle prøvetakingspunkter som er plassert i tilknytning til hovedtyngden av abonnentene (vannuttaket), slik at målt vannkvalitet er et uttrykk for den generelle vannkvaliteten i ledningsnettet. Dette er faste prøvetakingspunkter slik at man kan følge eventuelle endringer i vannkvalitet over lang tid.
- Prøvetakingspunkter i problemområder eller i tilknytning til sårbare abonnenter. Dette er prøvetakingspunkter som ligger i områder der det er eksisterende eller potensielle kvalitetsproblemer, eller der konsekvensene av en forringet vannkvalitet er store. Disse punktene **kan** inngå i den generelle vannkvalitetsovervåkingen, men det er ikke gitt at dette er riktig i et hvert tilfelle.

Til forskjell fra vannbehandlingsanlegg er det store individuelle forskjeller mellom de ulike forsyningsnettenes utforming. Det er derfor ikke hensiktsmessig å an vise en standard plassering av prøvetakingspunktene. For hvert forsyningsnett må det samles inn informasjon som karakteriserer nettets utforming samt forsyningsområdet. Denne informasjonen må så bearbeides på en systematisk måte.

I vedlegg 2 er det beskrevet en prosedyre for valg av prøvetakingspunkter på ledningsnettet, inkludert kartlegging av problemområder og sårbare abonnenter. Figur 1 viser skjematisk hovedelementene i prosedyren.



Figur 1. Trinnvis framgangsmåte ved utarbeidelse av prøvetakingsprogram

Figur 1 viser at prosessen deles inn i 4 trinn. En trinnvis framgangsmåte som skissert i figuren er en forutsetning for at prosedyren skal fungere.

Minimumstallene i drikkevannsforskriftens tabell 4 om "Nettkontroll" angir som nevnt antall prøveomganger og ikke antall prøver. Prøvetakingspunktene som fastsettes gjennom prosessen i figur 1, danner derfor basis for et kontrollregime der de enkelte punktene kan inngå med forskjellig prøvetakingsfrekvens i et alternerende mønster. Det er med andre ord ikke slik at samtlige prøvepunkter trenger analyseres i hver prøveomgang.

Når valg av geografisk plassering er utført, må en velge plassering/utformingen av prøvetakingsstedet:

- sikre sirkulasjon
- tilgjengelighet hele døgnet
- "rein" kran
- sikre seg mot at det er filter på f.eks. kran i bygg
- merking av prøvepunktet

4.2. Vannanalyser

Drikkevannsforskriften angir spesifikke minimumskrav for analyseprogram for nettkontroll og enkel rutinekontroll, mens utarbeiding av analyseprogrammet for utvidet rutinekontroll gir rom for skjønn. Generelt anbefales det i denne veiledningen at prøver tatt i utvidet rutinekontroll, analyseres på de vannkvalitetsparametrene som inngår i nettkontroll og enkel rutinekontroll i drikkevannsforskriften, samt for alle parametre som det ut fra rørmaterialer etc. er sannsynlig kan endres i løpet av vannets oppholdstid i nettet.

I vedlegg 3 gis det anbefalinger om vannanalyser i nettprøver når det er dokumentert at kvaliteten er stabil og under grenseverdien. For en del parametre er det anmerket "blir ikke tilført vannet i ledningsnettet". Ved tilbakeslag fra en abonnent eller andre ekstraordinære forhold kan uønskede stoffer eller mikroorganismer bli tilført vannet i ledningsnettet, men

dette skjer ikke så hyppig at det er riktig å analysere rutinemessig av den grunn. Ved mistanke om spesielle hendelser må selvfølgelig analyser utføres etter behov.

Det er vesentlig at analysene av vann fra ledningsnettets reflekterer kvalitetsendringer som kan opptre på nettet (f. eks. bakterier, organisk stoff, stoffer som frigjøres fra ledningsmaterialet etc.). Det bør tas prøve av rentvann fra vannbehandlingsanlegget hver gang man tar en nettprøve, for å fastslå graden av eventuell kvalitetsendring som opptrer på nettet.

Analyseprogram som beskrevet i drikkevannsforskriften, gjennomføres (se vedlegg 7). Analyseprogrammet beskrevet i drikkevannsforskriften må tilpasses etter den aktuelle vannkvaliteten og ledningsnettets ved vannverket, eller hvilke vannkvalitetsproblemer som kan tenkes å oppstå. Viktige momenter i denne sammenheng er:

- Hygiene:
 - Kontinuerlig trykkovervåkning i utsatte soner kan være en egnet parameter for å måle om det har skjedd et innsug av forurenset vann på nettet.
- Korrosjonsproblematikk:
 - I tillegg til pH-målinger, bør det måles total alkalitet og kalsium i nettprøvene, der vannverket har alkalisering og karbonatisering som korrosjonsbehandling.
 - Farge, turbiditet og metallanalyser kan indikere korrosjon på nettet. Der man har lange strekninger med jernledninger, bør man analysere innholdet av jern i nettprøver.
- Begroing/slamavsetninger:
 - Norsk overflatevann hvor det organiske materialet ikke fjernes før vannet går ut på ledningsnettets, kan ha variabel kvalitet og forårsake problemer hos forbrukerne. Det bør derfor velges en eller flere parametre som sier noe om innhold av organisk materiale i vannet. Normalt er det tilstrekkelig å måle fargetall. Andre parametre for organisk stoff (KOF, TOC, AOC (assimilerbart organisk karbon), BDOC (biologisk nedbrytbart organisk karbon)) i nettprøver analyseres ikke dersom organisk stoff er tilstrekkelig redusert ved vannbehandling, men **kan** gi verdifull tilleggsinformasjon der en har problemer med begroing.
- Andre momenter:
 - Der rentvannet inneholder jern og/eller mangan i slike konsentrasjoner at bruksmessige problemer kan oppstå, bør disse stoffene analyseres i rentvann og nettprøver.
 - Andre reststoffer, som f.eks. aluminium (ved bruk av fellingsanlegg med aluminiumsalter) og jern (ved bruk av koagulering med jernsalter) analyseres i rentvannsprøver, og i nettprøver bare dersom rentvannsprøven viser høyere verdi enn kravene.
 - For øvrig analyseres i utgangspunktet alle relevante vannkvalitetsparametre i drikkevannsforskriften i hver prøve som tas for henholdsvis "enkel rutinekontroll", "nettkontroll" eller "utvidet rutinekontroll". Hvilke av parametrene i drikkevannsforskriften som er relevante, omtales nærmere i vedlegg 3.

4.3. Hyppighet av prøvetaking

Minimumsantallet av prøver er avhengig av vannverksstørrelsen og er angitt i drikkevannsforskriften. Driftsanalysene som gjøres i vannverket, inkludert kontroll av råvannskvaliteten, kommer i tillegg.

Generelle prøvetakingspunkter: Det må gjøres en vurdering av om alle prøvetakingspunktene skal benyttes ved hver prøvetakingsomgang. Hvis ikke alle punktene inngår i hver

prøveomgang, bør fortsatt prøvene som tas i et spesifikt punkt, være jevnt fordelt over tid. Dette er ønskelig for å kunne kontrollere langtidstrender i alle prøvetakingspunktene.

Prøvetakingspunkter i problemområder og hos sårbare abonnenter: Hyppigheten av prøvetakingen i disse punktene avhenger av problemenes omfang og karakter. Eksempelvis vil varierende vannkvalitet pga. rustpartikler i vannet kreve en hyppigere prøvetaking enn en vannkvalitetsendring pga. svært lang oppholdstid.

4.4. Prøvetaking ved spesielle hendelser på nettet

Med spesielle hendelser menes her f.eks:

- Spyling av ledningsnett/rengjøring av bassenger
- Reperasjonsarbeider
- Tiltak som kan endre vannhastighet eller strømningsretning
- Lekkasje og andre forhold som øker faren for innsug pga. lavt vanntrykk
- Avviksbehandling

I situasjoner der det opptrer spesielle hendelser, for eksempel mistanke om at vannet ikke er hygienisk betryggende, må det i tillegg til de andre tiltakene som en slik situasjon krever (varsling av befolkningen, kokepåbud, bruk av midlertidig vannforsyning osv.), utarbeides et prøvetakingsprogram for å få avklart problemets omfang og størrelse.

Først må problemområdet defineres og strømningsretning i problemområdet vurderes. Prøvetakingspunktene legges før og etter det kritiske området/punktet. Dersom man har fått klager på vannkvaliteten hos forbruker, tas prøve hos forbruker, samt oppstrøms og nedstrøms. Her er det oftest ikke aktuelt med samme typer vurderinger som beskrevet for de øvrige prøvetakingspunktene i problemområdene, da man først og fremst vil være interessert i å få verifisert et problem for å kunne gjøre noe med dette eller avkrefte problemet, og ikke nødvendigvis kartlegge hvor langt den eventuelle forurensningen kan ha nådd ut på nettet.

Selv om man hittil ikke har registrert problemer ved vannverket, må vannverkets internkontrollopplegg beskrive hvordan slike avvik skal følges opp og prinsippene i prøveprogrammet som skal gjennomføres ved denne typen uhell. Programmet utformes i samsvar med utformingen av det aktuelle vannverk og det aktuelle problemet, og avsluttes når man har oppdaget årsaken til problemet og/eller gjort korrigerende tiltak. Hvor mange prøver/analyser som er nødvendig for å verifisere eller avkrefte mistanke om at man har et problem, avgjøres fra sak til sak. Generelt kan sies at to etterfølgende prøver med samme resultat er et minimum for å bekrefte en positiv prøve pga. de mulige feilkildene en har i prøvetaking og vannanalyse.

4.5. Representativitet

Vannprøvene som tas på nettet skal være et representativt utvalg for det vannet som konsumeres. Dersom vannkvaliteten ikke endres i ledningsnett eller i høydebassenger, kan dette oppnås ved å ta mengdeproporsjonale prøver ut fra vannbehandlingsanlegget. Imidlertid vil det ofte være ulike endringer i vannkvaliteten i ulike deler av nettet, og vannprøvetaking og analyse ute på nettet vil derfor være et nødvendig korrektiv til analyse av prøver tatt på rentvannet ut fra vannbehandlingsanlegget. Hvordan en skal beregne midlere vannkvalitet og standardavvik for abonnentene vil avhenge av anleggets størrelse, ledningsnettets utforming, graden av vannkvalitetsendring ute på nettet og variasjoner i rentvannskvaliteten.

5. Gjennomføring av prøvetaking

5.1. Generelt om prøvetaking i vannforsyningssystem

Spesielt for prøvetaking av drikkevann sammenlignet med prøvetaking av andre vanntyper er den utstrakte bruken av stikkprøver i stedet for blandprøver. Dette skyldes blant annet at prøver for mikrobiologisk analyse må analyseres kort tid etter prøvetaking, og det anbefales i denne veiledningen å fortsette dagens praksis med å ta stikkprøver.

Følgende feilkilder er relevante for vannforsyning:

- Tidsvariasjoner
 - Tilfeldige variasjoner over tid. Kjemiske og biologiske prosesser varierer over tid, noen i et syklisk mønster og noen i et "tilfeldig" mønster. I vannforsyning er turbiditetsøkninger pga. regn statistisk betraktet en tilfeldig variasjon. Løsrivelse av avsatt materiale i en ledning, f.eks. pga. unormal høy vannføring, vil likeledes være en "tilfeldig" variasjon selv om årsaken er kjent.
 - Sykliske variasjoner. I vannforsyning er det en rekke sykliske variasjoner, som f.eks. temperatur, variasjon i vannkvalitet over en filtersyklus, og variasjoner i vannhastigheten over døgnet pga. variasjonene i vannforbruket.
- Prøvetaking og håndtering av prøven
 - Feil pga. prøvetakingsteknikk. Selve prøvetakingsutstyret kan i enkelte tilfeller være en feilkilde, dersom det lekker metaller eller organisk materiale fra utstyret. Den mest relevante feilen for vannforsyning er likevel kontaminering (forurensning) av prøvetakingspunkt eller prøvetakingsutstyr ved prøvetaking for bakteriologiske analyser.
 - Feil pga. preparering eller håndtering av prøven. Feilen kan oppstå under transport og lagring av prøven, f.eks. ved utfellinger eller oppløsning av partikulært materiale, opptak eller avgivelse av gasser mm.

Selve prøvetakingen kan deles inn i;

- Planlegging og valg av prøvetakingsstrategi
- Primær prøvetaking, dvs. uttak fra mediet som prøvetas. Dette kan være en stikkprøve, en mengdeproporsjonal prøve eller en tidsproporsjonal prøve. Prøven betegnes "primærprøve".
- Sekundær prøvetaking, dvs. uttak av en mindre del av primærprøven. Dette er aktuelt dersom en ved det primære prøveuttaket har tatt ut et større volum enn det som er aktuelt å sende til et laboratorium. Denne prøven betegnes "sekundærprøven". (Dersom det tas enkle stikkprøver, noe som er vanlig i vannforsyning, utgår vanligvis sekundær prøvetaking.)
- Tertiær prøvetaking på analyselaboratoriet, der en mindre del av sekundærprøven tas ut for analyse.

Feilkildene omtalt over gjelder for både primær, sekundær og tertiær prøvetaking.

Det foreligger en god del informasjon om hvordan prøvetakingen skal skje og hvordan prøvene dernest skal håndteres. NS-ISO 5667-5 og NS 4789 omhandler prøvetaking av drikkevann og vann som brukes til næringsmiddelproduksjon (Standard Norge, 1990, 2001). I

tillegg vedlegger flere analyselaboratorier prøvetakingsinstruks sammen med prøveflaskene som sendes til prøvetaker.

Hvor lenge en vannprøve kan være lagret før analyse, herunder hvor lang transporttid en kan tillate fra prøvetakingssted til laboratorium, vil avhenge av hvilke parametre det skal analyseres på. Dette må avtales med laboratoriene i det enkelte tilfelle.

Nødvendig prøvevolum kan variere fra noen ml til 10 l avhengig av hvilke parametre det skal analyseres på. Dersom prøveflaskene leveres fra analyselaboratoriet, noe som er vanlig, påser normalt laboratoriet at prøveflaskene som sendes ut, har et tilstrekkelig volum for analysene som skal gjennomføres.

Sporbarhet av prøver er vesentlig, og prøvene må merkes med vannfast penn/tusj på en slik måte at dato, klokkeslett og prøvetakingspunkt er definert. Dersom prøvene kun merkes med en tallkode, er det prøvetakers ansvar å loggføre hvilken tid og sted som samsvarer med de ulike kodene.

Vann som står i røret eller slangen frem til tappepunktet, kan inneholde vesentlig høyere konsentrasjoner av mikroorganismer, metaller mm. enn det vannet prøven skal representere. Dette gjelder f.eks. dersom vannprøven skal være representativ for gjennomsnittet av vannet i en hovedledning. Det er derfor viktig med en utskylning av alt vannet i røret/slangen. Ved prøvetaking innomhus bør denne utskyllingen normalt vare i 2-5 min. Dersom det skal tas prøve av henstandsvannet i tapperøret, noe som er aktuelt når utlekking av tungmetaller fra rør og tappearmatur skal kvantifiseres, skal det selvsagt ikke gjennomføres noen slik utskylning. For øvrig kan det komme føringer fra EU/Mattilsynet om hvordan prøvetaking for slike parametre skal gjennomføres.

Vannverkseier må påse at de som tar vannprøvene har den nødvendige kompetanse og opplæring. Det er for tiden ikke noe krav om sertifisering av prøvetakerne.

5.2. Mikrobiologiske prøver

Ved prøvetaking for mikrobiologiske analyser er det av stor betydning at en sikrer seg mot at prøven forurenses under prøvetakingen, og at en dermed kan få en falsk positiv identifikasjon av mikroorganismer i drikkevannet. Følgende tiltak reduserer faren for kontaminering:

- Det benyttes kun egnede, sterile prøveflasker som fås fra laboratoriet som skal utføre analysen.
- Selve tappepunktet desinfiseres før prøvetakingen. Dersom tappepunktet er av metall, noe som anbefales, foretas desinfeksjonen ved avbrenning med flamme.
- God hygiene hos prøvetaker ved selve prøvetakingen, og gjerne ved bruk av engangshansker ved håndtering av prøveflasker og kork.
- Prøvene fylles opp, men uten at vannet renner over i prøveglasset/flasken. Det sistnevnte er for å redusere muligheten for kontaminering, og for ikke å skylle ut eventuell thiosulfat.
- Prøver for analyse av mikrobiologiske parametre bør transporteres til laboratoriet snarest mulig, og analyse skal avhengig av analyseparametrene utføres innen 12 eller 24 timer etter prøvetaking. Prøvene nedkjøles til 4 °C og holdes kjølig under transport.

5.3. Fysisk/kjemiske prøver

Ved prøvetaking for fysisk-kjemisk analyse fylles normalt flaskene sakte helt opp til vannet renner over, men dersom flaskene er tilsatt reagenser skal ikke vannet renne over. Flaskene må være helt fulle for å forhindre at luft eller andre gasser som karbondioksid tilføres eller drives av fra vannprøven. Eksempelvis vil en vannprøve som tas etter at vannet er pH-justert opp til 8-8,5, ha et karbondioksidinnhold som ikke er i likevekt med innholdet i luften, og tilførsel av luft vil medføre at karbondioksidinnholdet stiger og pH reduseres. Dersom det skal analyseres med hensyn på oksygen eller andre oppløste gasser i vannet, fylles flasken ved hjelp av en slange som føres til bunnen av prøveflasken.

En spesiell utfordring er å oppnå representativ prøvetaking for analyse av partikulært materiale, dvs. at partikkelinnholdet i prøven er identisk med innholdet i det vannet en ønsker å analysere på. Det er viktig at prøven tas der det er en god omblending av vannet. I et rør bør prøven tas i den turbulente sonen, og fortrinnsvis etter et rettstrekk. Fra et basseng eller en kanal bør en ta en blandprøve som er representativ for hele strømmen eller vannvolumet. Dersom en tar prøven via et prøvetakingssrør eller -slange bør denne være kortest mulig og ha en høy nok vannhastighet til at en unngår sedimentering av partikler i slangen/røret. Dessverre er det ikke alltid mulig å ta prøvene på en slik måte at en er sikret mot at prøvetakingen påvirker partikkelinnholdet, og det er viktig at en beskriver prøvetakingsprosedyren nøye i prøvetakingsjournalen.

6. Vannkvalitetsparametre som det ikke analyseres på rutinemessig

Grunnlagsmateriale for dette kapitlet finnes blant annet i en prosjektrapport utarbeidet for Mattilsynet (Ording, 2005).

De aktuelle vannkvalitetsparametrene det normalt ikke analyseres på rutinemessig, er (nummeret henviser til tabell 3.1 i drikkevannsforskriften):

17	1,2-dikloroetan	36	Kopper
20	Antimon	37	Krom
21	Arsen	38	Kvikksølv
22	Benzen	41	Nikkel
23	Benzo(a)pyren	45/46	Plantevernmidler
24	Bly	47	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
25	Bor	48	Radon
26	Bromat	49	Selen
27	Cyanid	51	Tetrakloreten og trikloreten
28	Fluorid	52	Total indikativ dose
29	Glykoler	54	Trihalometaner – total
30	Hydrokarboner, mineraloljer	55	Tritium
32	Kadmium		

Dette er stoffer som i hovedsak kan forekomme i grunnvann og i vann utsatt for menneskeskapt forurensing. Vedlegg 4 angir hvilke typer vannkilder dette gjelder, og hvilke parametre som bør analyseres ved disse. Det foreslås her at det da gjennomføres en analyse hvert 5. år. For kilder som ikke faller inn under noen av risikogruppene, er det ikke nødvendig å dokumentere vannkvaliteten med analyser med hensyn på disse stoffene.

Det kan likevel være behov for hyppigere prøver i forbindelse med dokumentasjon av vannkvalitet overfor næringsmiddelbedrifter, samt ved oppstart av et nytt vannverk eller en ny brønn.

7. Parametre som beregnes

Det er ikke nødvendig at det enkelte vannverk gjør beregninger av parameter nr. 56, 57 og 58 i tabell 3.1 i drikkevannsforskriften, forutsatt at det brukes godkjente kjemikalier og materialer beregnet til vannforsyningsformål. I tabell 1 er det gitt kommentarer angående hvert enkelt stoff.

Tabell 1. Anbefalinger med hensyn til beregning av parametre som ikke behøver å måles

Nr.	Parameter	
56	Akrylamid	Disse stoffene stammer fra drikkevannskjemikalier. Forutsatt at vannverket
57	Epiklorhydrin	bruker godkjente kjemikalier og overholder den tillatte dosen (jf. drikkevannsforskriften § 15), vil restkonsentrasjonen av de aktuelle stoffene ikke overstige grenseverdien.
58	Vinylklorid	Eventuell vinylklorid i vannet skyldes utlekking fra PVC-rør. Det er ikke angitt hvordan konsentrasjonen skal beregnes. Inntil videre kan vannverkene gå ut fra at rør med DS-merke ikke kan gi vinylkloridkonsentrasjon over grenseverdien. En ny europeisk godkjenningssystem for materialer i kontakt med drikkevann, EAS, er under utarbeidelse. Det er usikkert når denne vil være klar. I denne forventes det at kravene til PVC-rør settes slik at eventuell utlekking av vinylklorid fra nye rør ikke vil gi konsentrasjoner over grenseverdien.

8. Kontinuerlig målinger som supplement og evt. alternativ til prøvetaking og analyse

8.1. Hvilken informasjon får en fra kontinuerlige målinger

Kontinuerlige vannkvalitetsmålinger er et egnet verktøy der en ønsker å måle en vannkvalitetsparameter hyppig, og/eller er avhengig av å få oppgitt øyeblikksverdier for styring av f.eks. kjemikaliedoseringer. Dersom vannkvaliteten er stabil utgjør den informasjonen en får fra kontinuerlige målinger vanligvis ikke noe betydelig supplement til prøvetaking og analyse, men det må understrekes at det kan være gode grunner til å overvåke at en vannkvalitetsparameter er konstant.

Kontinuerlige målinger benyttes i hovedsak på vannbehandlingsanlegg, der slike målinger dels er nødvendig for en optimal drift og dels er en ren overvåking av at renseprosessene fungerer som forutsatt. Kontinuerlig målinger av råvannskvalitet og rentvannskvalitet kan være en del av de målingene som gjennomføres i behandlingsanlegget.

Kontinuerlige målinger ute på ledningsnettet har vært utprøvd og kan være et egnet verktøy dersom en forventer variasjoner i vannkvaliteten, f.eks. over døgnet, selv om kvaliteten på rentvannet fra behandlingsanlegget er konstant.

En rekke av målerne som omtales som kontinuerlige er strengt tatt semi-kontinuerlige, dvs. at de foretar en måling f.eks. hvert 15. minutt. Registrering av data, bruk av data med mer er imidlertid som for kontinuerlige målere, og de omhandles her på samme måte.

Vannverkene må påse at de kontinuerlige måleinstrumentene har rett måleområde og egnet nøyaktighet.

8.2. Aktuelle parametre

I et vannbehandlingsanlegg vil måleprogrammet være tilpasset de aktuelle behandlingsprosessene, og avhengig av prosesskombinasjon kan det være aktuelt å måle:

- Fri klorrest
- UV-transmisjon
- UV-intensitet
- pH
- Turbiditet
- Partikkelinnhold og -størrelsesfordeling
- Farge
- Jern
- Aluminium
- Ledningsevne
- Temperatur

Alle parametrene måles på ufiltrert prøve, noe som gjør at sammenligning med analyseresultater fra et laboratorium av f.eks. fargetall ikke nødvendigvis gir god overensstemmelse.

Kontinuerlig overvåking av råvann kan være aktuelt for vannkvalitetsparametrene pH, farge, turbiditet, temperatur og ledningsevne. Parametre som turbiditet og temperatur kan være gode

indikatorer på vannkvalitetsendringer i elver og innsjøer, for sistnevnte spesielt i forbindelse med totalomblanding av vannmassene, som kan ha betydning for mikrobiologisk vannkvalitet. Temperatur i grunnvann vil likeledes kunne brukes som indikator på inntrengning av overflatevann.

Kontinuerlig overvåking av vannkvaliteten på nettet er primært aktuelt for parametre som vil endres i løpet av et døgn, eller der en ønsker å overvåke endringen i vannkvalitet fra behandlingsanlegg til utvalgte punkter på nettet. Turbiditet, pH, jern og farge kan f.eks. være aktuelle parametre i forbindelse med overvåking av vannkvalitetsendringer pga. korrosjon. pH og ledningsevne kan være egnede parametre for overvåking av vannkvalitet i blandsoner der en kan motta vann fra flere vannbehandlingsanlegg. Dersom målet med overvåkingen er å dokumentere effekt av tiltak, kan andre parametre også være aktuelle avhengig av type tiltak som er gjennomført.

Kontinuerlig overvåking av mikrobiologisk vannkvalitet anses som lite aktuelt med dagens teknologi pga. lang responstid (opptil 12 timer) ved et lavt innhold av koliforme bakterier. Det er imidlertid en betydelig utvikling av målemetodikk og -utstyr, slik at dette kan være løsninger som i fremtiden vil være bedre egnet for kontinuerlig overvåking av mikrobiologiske parametre i drikkevann.

Noen vannkvalitetsparametre, som f.eks. ledningsevne, er enkle å måle, og sensorene krever mindre vedlikehold enn f.eks. pH. Det kan være en fornuftig tilnærming til kontinuerlig måling å kartlegge samvariasjoner mellom ulike vannkvalitetsparametre for å se om parametre som er relativt enkle å måle kontinuerlig, samtidig er egnet for å beskrive parametre som er vanskeligere å måle kontinuerlig. Ledningsevne kan f.eks. i enkelte tilfeller være et egnet mål på vannets innhold av kalsiumkarbonat, klorid eller sulfat. Eksempelvis vil det være en tilnærmet lineær sammenheng mellom ledningsevne og kalsiumkonsentrasjon dersom den eneste vannbehandlingen består i tilførsel av kalsiumkarbonat og karbondioksid. Dersom det er fare for inntrengning av saltvann i en grunnvannsbrønn, vil kontinuerlig måling av ledningsevne være en måte å få en tidlig varsling om at slik inntrengning har startet. Temperatur er likeledes en enkel parameter å måle, og raske temperaturendringer er en god indikator på totalomblanding i innsjøer eller inntrengning av overflatevann i grunnvannsbrønner. En kan imidlertid ha inntrengning av overflatevann i brønner uten at dette gir utslag på temperaturen.

8.3. Krav til utførelse

Plassering og drift og vedlikehold av kontinuerlig måleinstrumenter er avgjørende for at målerne skal fungere tilfredsstillende. De fleste kontinuerlige måleinstrumenter leveres med en driftsmanual med anbefalinger om plassering, drift og vedlikehold, og disse anvisningene må følges.

Krav til plassering av målere tilsvarer i stor grad krav til prøvetaking i den forstand at målerne må være plassert slik at de måler på en del av vannstrømmen som er representativ for vannstrømmen som helhet, eventuelt at vann pumpes fra vannstrømmen til måleren og at uttaket fra vannstrømmen gir den nødvendige representativiteten. For noen vannkvalitetsparametre, som pH, ledningsevne og temperatur, er dette i de fleste tilfeller uproblematisk såfremt måleren står i eller nære vannstrømmen. For andre vannkvalitetsparametre, og da primært turbiditet og andre parametre som påvirkes av partikkelinnholdet, kan plassering av måleren, eller kontinuerlig transport av vann fra hovedstrømmen til og gjennom en målecelle, ha vesentlig innflytelse på måleresultatet.

Plassering av sensorer i forhold til kjemikaliedosering er noe en skal være spesielt oppmerksom på, bl.a. fordi en del kjemikalier behøver en viss reaksjonstid før en kan måle effekten av doseringen.

I kontinuerlige måleinstrumenter kan det være drift i sensorene og beleggdannelse som gjør at instrumentene etter en tid ikke lenger viser rett verdi. Drift i sensorene innebærer f.eks. at nullpunktet for parameteren forskyves, og slik drift forebygges ved rutinemessig kontroll og kalibrering. Drikkevann er normalt et takknemlig medium med hensyn på beleggdannelse sammenlignet med ulike typer avløpsvann, men en skal likevel være oppmerksom på muligheten for både utfellinger og biofilmdannelse på materialer i kontakt med vannet. Problemene med beleggdannelse er trolig størst der målerne står i vann med høy turbiditet, f.eks. mellom koagulantdosering og filter i direktefiltreringsanlegg, eller der innholdet av jern er høyt, typisk i endedelninger av grått støpejern. De ulike sensorene har gjerne krav og begrensninger med hensyn til hvilke typer vaskemidler, syre med mer som kan benyttes til rengjøring.

Kontinuerlige måleinstrumenter produserer betydelige mengder data, og logging av målingene hvert 15. minutt eller oftere er ikke uvanlig. Måledata lagres i en logger som kan tappes manuelt eller helst via nett, eller overføres direkte til en sentral lagringsenhet. Et omfattende måleprogram vil generere store mengder data som bør bearbeides og lagres på en slik måte at de er lett tilgjengelige.

8.4. Krav til kontrollprøver for å dokumentere at målingene er riktige

Kontinuerlig vannmåling benyttes der en ellers måtte utføre svært hyppig prøvetaking og analyse, som f.eks. i styring av vannrenseprosesser. Dersom kontinuerlige målinger benyttes for dokumentasjon av vannkvalitet, internt eller eksternt, vil det pga. feilkilder ved de kontinuerlige måleinstrumentene oftest være behov for en kontroll på at måleresultatene samsvarer med resultater fra ordinær prøvetaking og analyse. I de tilfellene der måleren er plassert et sted der en også foretar vannprøvetaking, vil en få en kontroll på om avviket mellom den kontinuerlige måleren og manuell prøvetaking med påfølgende vannanalyse ligger innenfor akseptable grenser. Dersom dette ikke er tilfelle, må kontinuerlige målinger suppleres med mer omfattende kontroller med prøvetaking og analyse. Hvor mange kontrollprøver en behøver pr. år avhenger både av parameter og krav til nøyaktighet, men som et utgangspunkt kan det antas at 4-20 kontrollprøver vil være nødvendig, der det minste antallet er mest aktuelt for parametre som temperatur og ledningsevne. Det må presiseres at det skal være en samtidig prøvetaking og avlesning på måleinstrumentet.

Resultatene fra en slik sammenligning kan bearbeides på flere måter, men det anbefales å gjennomføre en enkel statistisk analyse. I vedlegg 5 er det vist et eksempel på statistisk bearbeiding av målenøyaktighet ved pH-måling.

8.5. Begrensning av omfanget av kontinuerlig måling

Kontinuerlig måling kan være et nyttig supplement til ordinær prøvetaking og analyse, og spesielt dersom en ønsker å dokumentere korttidsvariasjoner i vannkvaliteten. Denne type målinger kan være aktuell både i kortere tidsperioder/prosjekter, f.eks. for å dokumentere vannkvalitet før og etter et tiltak, for generell overvåking og for å kartlegge trender. Drift og kontroll av kontinuerlig måleinstrumenter er imidlertid en oppgave som ikke må undervurderes, hverken med hensyn på kompetanse hos personell eller tidsforbruket. Stamer (2005) anslo at tidsforbruket til drift og kontroll vil være 1 time pr. uke pr. måler for pH-

metre, turbidimetre, fargemålere, restkoagulantmålere og klormålere, og 1 time pr. måned pr. måler for UV-intensitetsmålere. Selv om det kan være mulig å legge inn rutiner som reduserer tidsforbruket pr. måler, illustrerer Stammers overslag at tidsbruken uansett er betydelig. Tidsforbruket kombinert med kostnadene til instrumentene gjør at kontinuerlige målinger kan være et kostbart alternativ til prøvetaking og analyse av stikkprøver dersom sistnevnte er tilstrekkelig.

9. Bruk av måledata

9.1. Lagring av data

Vannverkene skal årlig rapportere rentvannskvalitet fra vannbehandlingsanlegget og kvalitet på nettprøver til sentrale myndigheters vannverksregistre. Enkelte næringsmiddelbedrifter har også behov for dokumentasjon på kvaliteten på vannet de mottar fra vannverket.

Lagring og bearbeiding av vannkvalitetsdata bør også tilfredsstille ulike anvendelsesområder utover det som er nevnt over. Data bør f.eks. lagres på en slik måte at det er relativt enkelt å utarbeide trendanalyser, samt at en har muligheten for å ta lagrede data i bruk for å vurdere konsekvensen av hendelser eller tiltak. Måledata gir dessuten verdifull informasjon for å oppnå best mulig drift av vannverket, og må derfor være lett tilgjengelig for den daglige driften. Utlekking av vannkvalitetsdata på Internett til bruk for vannverkets abonnenter er i tillegg introdusert som en tjeneste ved enkelte vannverk.

Alle disse anvendelsesområdene tilsier at en bør benytte databasebaserte elektroniske lagringsmedier med grensesnitt mot Excel eller tilsvarende, i hvert fall på middels store og store vannverk. For mindre vannverk eller vannverk som ikke ønsker å investere i eget IT-system for å håndtere analyseresultatene, er det nå mulig å utnytte tjenester som flere laboratorier eller frittstående systemleverandører tilbyr.

Det foreligger ulike databaseverktøy som kan benyttes, og det er utviklet ulike verktøy for håndtering av vannverksdata. Egen historikk kan ofte være en god grunn for det enkelte vannverks valg av løsning, og det anses ikke formålstjenlig, og knapt mulig, å gi anbefalinger om databaseverktøy.

Viktige vannkvalitetsdata bør inngå i en årsrapport fra vannverkene. Rapporten må være tilgjengelig for abonnentene.

9.2. Kvalitetssikring av data

Det genereres betydelige mengder vannkvalitetsdata fra eksternt analyselaboratorium, eventuelt eget analyselaboratorium, egenkontroll og kontinuerlig måling. Noe data har vært gjennom en kvalitetskontroll, men vannverket kan ikke se bort fra at det også i disse data foreligger trykkfeil med mer. Kontinuerlige vannkvalitetsdata og data fra egenkontroll er ofte i liten grad kvalitetssikret. Det er derfor viktig at data kvalitetssikres, f.eks. i forbindelse med lagring. Spesiell fokus bør rettes mot data som foreligger elektronisk, og som det kan være fristende å kopiere direkte inn i databaser.

Rimeligheten av tallverdiene bør kontrolleres når dataene mottas, dvs. at det ikke forekommer trykkfeil, feil i overføring av data etc. Det bør videre vurderes hvilke data som en kan forvente holder en tilstrekkelig kvalitet til at de bør lagres i en database, samt om data med ulik opprinnelse og med mulig ulik kvalitet bør merkes ulikt og eventuelt lagres i ulike databaser. En spesielt nøye kvalitetskontroll bør utøves der vannkvalitetsdata skal gjøres tilgjengelig for offentligheten.

Kravene til kvalitetskontroll tilsier at denne bør utøves av personell med god forståelse for vannkvaliteten i hele vannforsyningssystemet og med innsikt i forhold som kan ha påvirket vannkvaliteten. Dette vil nødvendigvis medføre en betydelig arbeidsmengde på kvalifisert

personell i vannverket. Arbeidsmengden kan imidlertid reduseres ved automatiske rutiner som luker ut urimelige data, som typisk kan være data som skyldes trykkfeil, som f.eks. pH på 17.

Systematiske analysefeil kan oppdages ved parallelle analyser ved ulike laboratorier.

9.3. Statistisk bearbeiding av data

Statistisk bearbeiding av vannkvalitetsdata er et svært omfattende tema, og hvilke typer statistisk analyseverktøy en skal benytte vil i stor grad avhenge av problemstillingen i det enkelte tilfellet. I vedlegg 6 er det omtalt noen enkle verktøy som kan benyttes i vurdering av data, og som i noen tilfeller er tilgjengelig i regneark som Excel. I vedlegg 6 er det også vist noen eksempler på bruk av data.

10. Referanser

Abbaszadegan, M., Ghatpande, P., Brereton, J., Alum, A. and Narasimhan, R. (2003): Laboratory testing protocol to identify critical factors in bacterial compliance monitoring. Wat. Sci. Tech., **47**:3:131-136.

AWWA (1985): Current Practice in Bacteriological Sampling, Committee Report, Journal of American Waterworks Association . 77:9:75, Sept. 1985

Berg, A. M. (1998): Informasjon om metodikk for risikoanalyser. Erfaringer fra Tromsø kommune.

Bergen Vann (2006): <http://www.bergenvann.no/Gullfjellet.pdf>

Gjerstad, K. O. (2000): Langevannverket. Nytt vannbehandlingsanlegg igangsatt 8. mars 1999. Effekter på vannkvaliteten i fordelingsnettet. Rapport nr. 6/2000. Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland.

Hem, L. J. (1999): Drikkevannskvalitet i Ski kommune – vannkvaliteten på det kommunale ledningsnettet. Aquateam-rapport nr. 98-096.

Hem, L. J. (2005): Membranfiltrering som hygienisk barriere. Proceedings, Vannforsyningsdagene 2005, Tekna.

Kristiansen, J. F. (1999): Rapport om drikkevann i Oslo 1998. Oslo Vann- og Avløpsverk.

Kristiansen, J. F. (2000): Rapport om drikkevann i Oslo 1999. Oslo Vann- og Avløpsverk.

Lund, V. (1985): Overlevelse av mikroorganismer i vann. Rapport 13/85 fra NTNFs utvalg for drikkevannsforskning.

Mathiesen, B. (1997): Presentasjon av Tromsø kommunes beredskapsplan for vannforsyning. NORVAR-dagene i Trondheim 29.-30. september 1997.

Mattilsynet (2005): Veileder til drikkevannsforskriften.
<http://www.mattilsynet.no/vann/regelverk/veiledere>

Montgomery, D. C. (1991): Design and analysis of experiments. Third edition. John Wiley and sons.

Ording F. B. (2005): Analysebehov for helseskadelige stoffer i drikkevann, prosjektrapport for Mattilsynet.
http://www.mattilsynet.no/publikasjoner/rapporter/vann/analysebehov____kjemiske_stoffer_i_vann_30391

Seim, A. (2006): Personlig meddelelse. Bergen Vann KF.

Sosial- og helsedepartementet (SHD) (2001): Forskrift om vannforsyning og drikkevann. 14.12.01. <http://www.mattilsynet.no/vann/regelverk>

Stamer, C. (2005): Prosesstyring og online instrumentering. Proceedings, Behandlingsmetoder for drikkevann, 11-12/10, Tekna.

Standard Norge (1990): NS 4789. Vannundersøkelse - Prøvetaking for bakteriologisk undersøkelse av vann. Pronorm AS (www.standard.no).

Standard Norge (2001): NS-ISO 5667-5. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 5: Veiledning i prøvetaking av drikkevann og vann som brukes til næringsmiddelproduksjon (ISO 5667-5:1991). Pronorm AS (www.standard.no).

Stenström, T.A.: Utbrottet i Milwaukee, VAV-nytt 3/96 1996.

Storhaug, R. , Eikebrokk, B. , Østerhus, S.W., Fløgstad, H. , Thorsen, T., Hem, L.: Prosessløsninger for fjerning av humus, Rapport 98, Statens institutt for folkehelse, Oslo, 1998

Trondheim kommune (2006):
<http://www.trondheim.kommune.no/content.ap?thisId=1096008187>

WHO (World Health Organization) (2004), WHO Guidelines for drinking-water quality, third edition, ISBN 92 4 154638 7. http://www.mattilsynet.no/vann/generell_info

Vedlegg

Vedlegg 1. Prøvetakingspunkter og analyseprogram i vannbehandlingsanlegg

I tabell V.1.1 er det gitt en oversikt over de mest aktuelle prøvetakingspunktene ved en del vanlige behandlingsprosesser på norske vannverk. For hver prosessgruppe er de aktuelle prøvetakingspunktene benevnt P1, P2 etc. En nærmere beskrivelse av tolkningen av ulike prosessparametre er blant annet gitt i "Prosessløsninger for fjerning av humus" (Storhaug et al., 1998) og blir derfor ikke utdypet nærmere her.

Det foreslåtte parameterutvalget tar utgangspunkt i at hovedhensikten med vannbehandlingen er fargefjerning, alkalisering og karbonatisering og desinfeksjon. Hvis det aktuelle anlegget også skal påvirke andre vannkvalitetsparametre (jern, mangan etc.), kommer disse i tillegg.

Det foreslåtte parameterutvalget skal gjøre det mulig for driftspersonalet å styre behandlingsprosessene, å sikre at de hygieniske barrierene som er lagt inn i vannbehandlingen fungerer som forutsatt, samt å dokumentere effektiviteten av det enkelte prosesstrinn. Det forutsettes at alle analyser som utføres daglig eller ved hvert driftsbesøk, utføres av driftspersonalet, evt. av vannverkets eget laboratorium.

Del 2 av prøvetakingsprogrammet vil kunne inngå som en del av analyseprogrammet for dokumentasjon av vannkvalitet i henhold til drikkevannsforskriften.

Det må presiseres at omfanget av prøvetaking og analyse i vannbehandlingsanlegget må tilpasses anleggsstørrelse.

Tabell V.1.1. Forslag til plassering av prøvetakingspunkter og til parametervalg for kontroll av ulike typer vannbehandlingsprosesser, samt for relevante vannanalyser for styringsinformasjon og dokumentasjon av vannkvalitet

Prosess	Prøve-pkt. nr.	Plassering av prøvepunkt	Aktuelle parametre for kontinuerlig registrering 1)	Aktuelle parametre for manuelle analyser	Del 1	Del 2
					Ved driftsbesøk evt. daglig	Etter fastlagt analyse-program
- Forbehandling (siling/hurtigsandfilter) 2 trinns desinfeksjon - pH-justering	P1	Råvann før forbehandling	Turbiditet Temperatur	Turbiditet	•	
				Temperatur	•	
				Bakt. parametre		•
	P2	Rentvann etter UV desinfeksjon	Turbiditet UV-intensitet	Turbiditet	•	
				UV-abs	•	
				Bakt. parametre		•
	P3	Rentvann etter klordesinfeksjon, kontaktbasseng og pH-justering	Turbiditet pH Restklor	Turbiditet	•	
				pH	•	
				Restklor	•	
				Bakt. parametre		•
- Filtrering i alkalisk filter - Desinfeksjon - pH-justering	P1	Råvann før filter	Turbiditet pH Temperatur	Turbiditet	•	
				pH	•	
				Temperatur	•	
				Bakt. parametre		•
	P2	Utløp fra alkalisk filter	Turbiditet, partikkeltall, pH	Turbiditet	•	
				Farge		•
				pH	•	
				Kalsium		•
	P3	Rentvann etter desinfeksjon og evt. kontaktbasseng	Restklor/UV-intensitet/restozon ²	Bakt. parametre		•
				Restklor/UV-abs/restozon ²	•	
	P4	Rentvann etter pH-justering	pH	pH	•	
- Koagulering /flokkulering (inkludert kalk + CO₂) - Separasjon (sedimentering/flotasjon) - Filtrering - Desinfeksjon - pH-justering	P1	Råvann	Turbiditet pH Temperatur	Turbiditet	•	
				Farge	•	
				pH	•	
				TOC		•
				Bakt. parametre		•
	P2	I/etter flokkuleringskammer	pH	pH	•	
	P3	Etter separasjon	Turbiditet	Turbiditet	•	
	P4	Etter filtrering	Turbiditet, partikkeltall, pH Rest Al/Fe	Turbiditet	•	
				Farge	•	
				Rest- Al/Fe	•	
				Rest- Al/Fe _{filtrert prøve}		•
				TOC		•

Prosess	Prøve- pkt. nr.	Plassering av prøvepunkt	Aktuelle parametre for kontinuerlig registrering 1)	Aktuelle parametre for manuelle analyser	Del 1	Del 2	
					Ved driftsbesøk evt. daglig	Etter fastlagt analyse- program	
				Bakt. parametre		•	
- Koagulering /flokkulering - Filtrering - Desinfeksjon - pH-justering (inkludert alkali- sering og karbo- natisering)	P5	Rentvann etter desinfeksjon og evt. kontakt- basseng	Restklor/UV- intensitet	Restklor/UV- abs/restozon ²	•		
				Bakt. parametre		•	
	P6	Rentvann etter pH-justering	pH	pH	•		
				Kalsium		•	
				Alkalitet		•	
	- Siling - Membranfil- trering - Desinfeksjon - Alkalisk filter	P1	Råvann	Turbiditet pH Temperatur	Turbiditet	•	
					Farge	•	
					pH	•	
					Temperatur	•	
					TOC		•
					Bakt. parametre		•
		P2	I/etter flokku- leringskam- mer (hvis anlegget har dette)	pH		•	
P3		Etter filtrering	Turbiditet, partikkeltall, pH Rest- Al/Fe	Turbiditet	•		
				Farge	•		
				Rest- Al/Fe	•		
				Rest- Al/Fe _{filtrert prøve}			
				TOC		•	
				Bakt. parametre		•	
P4		Rentvann etter desinfeksjon og evt. kontaktbas- seng	Restklor/UV- intensitet ²	Restklor/UV- abs/restozon ²	•		
				Bakt. parametre		•	
P5		Rentvann etter pH- justering	pH	pH	•		
				Kalsium		•	
				Alkalitet		•	
P1		Råvann	Turbiditet pH Temperatur	Turbiditet	•		
				Farge	•		
				pH	•		
	TOC				•		
	Bakt. parametre				•		
	Etter mem- branfilter	Turbiditet, partikkeltall,	Farge	•			
			UV-abs	•			
			Turbiditet	•			
			TOC		•		
			Bakt. parametre		•		
	P3	Rentvann etter desinfeksjon og evt. kontakt- basseng	Restklor/UV- intensitet ²	Restklor/UV- abs/restozon ²	•		
				Bakt. parametre		•	
	P4	Etter alkalisk filter	pH	Alkalitet	•	•	
				Kalsium		•	

Prosess	Prøve- pkt. nr.	Plassering av prøvepunkt	Aktuelle parametre for kontinuerlig registrering 1)	Aktuelle parametre for manuelle analyser	Del 1	Del 2
				pH	Ved driftsbesøk evt. daglig	Etter fastlagt analyse- program
• UV-bestråling	P1	Råvann før forbehandling	Temperatur	Temperatur	•	
				Bakt. parametre		•
	P2	Rentvann etter UV desinfeksjon	Turbiditet UV-intensitet	Turbiditet	•	
				UV-abs	•	
				Bakt. parametre		•
• Klorering	P1	Råvann før forbehandling	Temperatur	Temperatur	•	
				Bakt. parametre		•
	P2	Rentvann etter klordesinfeksjon og kontakt- basseng	Turbiditet Restklor	Turbiditet	•	
				Restklor	•	
				Bakt. parametre		•
• Siling • Membranfil- trering	P1	Råvann	Turbiditet Temperatur	Turbiditet	•	
				Farge	•	
				TOC		•
				Bakt. parametre		•
	P2	Etter mem- branfilter	Turbiditet, partikkeltall,	Farge	•	
				UV-abs	•	
				Turbiditet	•	
				pH	•	
				TOC		•
				Bakt. parametre		•
• Ozonering • Biofilter med antrasitt, GAC og alkalisk filtermasse	P1	Råvann	Turbiditet pH Temperatur	Turbiditet	•	
				Farge	•	
				pH	•	
				Temperatur	•	
				TOC		•
				Bakt. parametre		•
	P2	Etter ozon- kontaktkolonne	Restozon	Restozon	•	
	P3	Etter filtrering	Turbiditet, partikkeltall, pH Rest- Al/Fe	Turbiditet	•	
				Farge	•	
				pH	•	
				Kalsium		•
				Alkalitet		•
				TOC		•
				Bakt. parametre		•

- 1) Kontinuerlig eller semikontinuerlig
- 2) Avhengig av desinfeksjonsprosess. Måling av restklor før kontaktbasseng i tillegg til etter 30 min kan være et hjelpemiddel for tidligst mulig å oppdage svikt i klordoseringen.

Vedlegg 2 Prosedyre for valg av prøvetakingspunkter på ledningsnett

V.2.1 Innsamling av generell grunnlagsinformasjon

Først foretas en kartlegging av aktuell grunnlagsinformasjon om nettet.

Under er det vist en oversikt over nødvendige opplysninger på et oversiktskart for å etablere et tilfredsstillende grunnlag for plassering av prøvetakingspunkter og utarbeidelse av prøveprogram.

- Hovedvannledninger og distribusjonsnett
- Ledningsmateriale
- Overflatebehandling (innvendig/utvendig)
- Alder, dato for utskiftning av ledninger
- Dimensjoner (lengder, tverrsnitt)
- Strømningsretninger
- Knutepunkter med definert tilknytning
- Trykksoner / trykkforhold
- Nærhet til avløpsledninger
- Høydebasseng
- Trykkøkingsstasjoner

I de fleste kommuner kan denne informasjonen hentes ut fra det databaserte ledningskartverket. Også denne type verktøy har sin begrensning. En annen viktig kilde til informasjon er nåværende og tidligere ansatte som har sin hovedbeskjeftigelse med oppfølging/drift av distribusjonsnett. All informasjonen legges inn på et kart i en egnet målestokk slik at hele distribusjonsnett vises.

V.2.2 Kartlegging av problemområder og sårbare abonnenter

De kritiske punktene/sonene eller kritiske tilstander i distribusjonsnett kartlegges/defineres. Denne kartleggingen har to hovedhensikter:

1. Avdekke problemområder, dvs. å fremskaffe en oversikt over kritiske punkter/soner der det foreligger en risiko for, eller en indikasjon på, negativ påvirkning av vannkvaliteten. Som eksempel nevnes slamproblemer som følge av korrosjon eller bakterievekst på ledningsnett, hyppige ledningsbrudd, innsug av avløpsvann, hendelser i høydebasseng etc.
2. Kartlegge sårbare abonnenter, dvs. å kartlegge områder/punkter på ledningsnett hvor det er tilknyttet abonnenter som er spesielt sårbare hvis vannkvaliteten avviker fra gjeldende kvalitetskrav. Eksempel på sårbare abonnenter er sykehus, barnehager, næringsmiddelbedrifter, etc.

Tabell V.2.1 viser en oversikt over de erfaringsmessig vanligste kritiske punkter og sårbare abonnenter.

Tabell V.2.1. Oversikt over problemområder og sårbare soner

Problemområde	Kritiske punkter/soner eller tilstand
Kritiske punkter/soner (problemområder) på ledningsnett	• Område hvor det har vært registrert eller har vært mistanke om vannbårne epidemier. • Områder med dårlig ledningsnett, eller med ustabile grunnforhold (store lekkasjer, store ledningsreparasjoner, problemer med tilfrosne ledninger etc.). • Områder på ledningsnettet hvor det tidligere har vært registrert eller hvor det har vært mistanke om innsug av vann utenfra. • Områder hvor abonnentene klager på dårlig vannkvalitet (eks. brunt vann, lukt/smak etc). • Områder der tidligere prøvetaking har avdekket bakterievekst på nettet (høyt kimtall). • Områder der man ut fra tidligere driftserfaringer kan slå fast at det akkumuleres slam eller at det opptrer spesielle korrosjonsproblemer. • Endeledninger hvor man har mistanke om dårlig vannkvalitet (høy pH, dårlig lukt og smak). • Høydebasseng eller utjevningsbassenger der det foreligger mulighet for inntrenging av forurenset vann (eks. bassenger som er sprengt ut i fjell).
Sårbare abonnenter	• Tilknytningspunkter for og lokalisering av spesielt sårbare abonnenter – sykehus, sykehjem og eldresentra – barnehager og skoler – bedrifter som er totalt avhengig av en viss vannkvalitet, spesielt gjelder dette næringsmiddelbedrifter

Opplysninger om kritiske punkter/soner på ledningsnettet vil kunne hentes fra ledningskartverket, der dette er implementert. I mange kommuner må man innhente informasjon fra en rekke ulike kilder. Det varierer om dette er nedtegnet informasjon eller "muntlig" informasjon hos de ansatte som er ansvarlig for drift og oppfølging av vannforsyningsnettet.

V.2.3 Evaluering av problemområder og sårbare abonnenter

V.2.3.1 Sannsynlighetsklasser

Sannsynlighet for at en gitt hendelse skal finne sted må kvantifiseres. Det varierer om det foreligger erfaringsdata som sier noe om hvor ofte ulike hendelser inntreffer. Normalt må vurderingen av sannsynlighet baseres på skjønn. Det foreslås her 3 sannsynlighetsklasser: Liten, middels og stor sannsynlighet. Hver sannsynlighetsklasse gis henholdsvis vektall 1, 2 og 3.

- Liten sannsynlighet: 1
- Middels sannsynlighet: 2
- Stor sannsynlighet: 3

V.2.3.2 Konsekvensklasser for problemområder

Konsekvensklassene vurderes ut fra virkningen av hendelsene (problemområder) og ut fra hvem hendelsen er merkbar for (sårbare abonnenter). Det foreslås her 3 konsekvensklasser: Liten, middels og stor konsekvens som gis henholdsvis vektall 1, 2 og 3. Vurderingen må baseres på kunnskap om de lokale forholdene.

Konsekvensklasser vurdert ut fra negativ innvirkning på vannkvaliteten kan inneholde følgende:

- Liten konsekvens (1): Ingen eller ubetydelige endringer av drikkevannskvalitet/ingen overskridelse av minimums kvalitetskrav (eller overskridelse av vannverkets egne normer for drikkevannet).
- Middels konsekvens (2): Ubetydelig overskridelse av helserelaterte krav, moderat overskridelse av bruksmessige/estetiske krav. Her vurderes at faren for sykdom er liten, men forverring av bruksmessig kvalitet kan være merkbar. Vannkvaliteten vil imidlertid ikke bli så dårlig at man kan forvente at abonnentene henter seg vann fra andre usikrede (og dårligere) vannkilder. Dersom problemområdet har en bruksmessig vannkvalitet som er merkbart dårligere enn i andre deler av nettet, tilhører problemområdet konsekvensklasse 2.
- Stor konsekvens (3): Overskridelse av helserelaterte krav i en slik grad at det er potensiell fare for akutt sykdom, langsiktig helseskade eller angst i befolkningen for slik helseskade. Stor overskridelse av de bruksmessige/estetiske kravene, f.eks. dårlig lukt og smak på vannet, som kan føre til at abonnentene henter seg vann fra andre usikrede (og dårligere) vannkilder.

Man kan også tenke seg andre vurderingsmåter, f.eks. at man beregner helsemessige og bruksmessige konsekvenser hver for seg, og gjør en ulik prioritering av helse- og bruksmessige forhold. Man kan også relatere konsekvensklassene til grenseverdier for enkelte vannkvalitetsparametre.

Det kan også være aktuelt å inndelegge konsekvensklassene etter hvor mange mennesker som vil bli berørt av den aktuelle hendelsen.

V.2.3.3 Konsekvensklasser for sårbare abonnenter

Konsekvensklasser vurdert ut fra sårbare abonnenter kan inneholde følgende:

- Liten konsekvens (1): Ingen eller få sårbare abonnenter.
- Middels konsekvens (2): Skoler, barnehager for større barn, barnepark, bedrifter som er avhengig av vann direkte fra vannverket (og uten egne vannbehandlingsanlegg). Ved disse bedriftene kan de økonomiske konsekvensene bli store, men ikke de helsemessige.
- Stor konsekvens (3): Sykehus, barnehager med spebarnsavdeling, pleiehjem, eldre-senter og næringsmiddelbedrifter som er avhengig av vann direkte fra vannverket (og uten egne vannbehandlingsanlegg). Ved disse bedriftene kan de helsemessige konsekvensene (og også de økonomiske) bli store.

Her må antallet personer som kan berøres av dårlig vannkvalitet også legges til grunn for konsekvensinndelingen.

V.2.3.4 Risikoanalyse

Risikofaktoren beregnes ved å multiplisere sannsynlighet og konsekvens. Risikofaktoren kan få følgende tallverdier:

- 1: ubetydelig risiko
- 2: liten risiko
- 3: liten/middels risiko
- 4: middels risiko
- 6: stor risiko
- 9: meget stor risiko

V.2.3.5 Kritikalitetsanalyse

Kartleggingen vil resultere i at det avdekkes en rekke problemområder, dvs. kritiske punkter/soner hvor det foreligger en risiko for eller indikasjon på negativ påvirkning av vannkvaliteten. Videre vil det avdekkes områder/punkter på ledningsnettet hvor det er tilknyttet abonnenter som er spesielt sårbare når vannkvaliteten avviker fra det som er forutsatt.

For å kunne prioritere prøvetakingspunkter, er det nødvendig å rangere både problemområdene og de sårbare abonnentene etter alvorlighetsgrad. For de fleste vannverk vil ikke en slik rangering uten videre være helt enkel. Det bør derfor gjennomføres en forenklet risikoanalyse hvor man vurderer konsekvensen av en eventuell påvirkning av vannkvaliteten, samt sannsynligheten for at det skal skje en slik påvirkning.

Ved rangeringen av potensielle prøvetakingspunkter kan en FMECA-analyse (Berg,1998), (Mathiesen,1997), benyttes (FMECA: Failure Modes, Effect Criticality Analysis). Denne analysen innebærer at mulige hendelser i vannforsyningsnettet innenfor visse geografiske områder systematiseres og klassifiseres etter en bedømmelse av sannsynlighet for og konsekvens av at de inntreffer. Risikoen plottes inn i en kritikalitetsmatrise, og det gjøres en kritikalitetsanalyse. For å sikre at en slik analyse utføres systematisk, benyttes et spesielt skjema. To typer skjemaer som ofte benyttes i tilsvarende risikoanalyser (FMECA- og kritikalitetsskjema), er her slått sammen til ett skjema som her er kalt FMECA/kritikalitetsskjema. Tabell V.2.3 viser et eksempel på dette til bruk for rangering av problemområder. Tabell V.2.4 viser et eksempel på slikt skjema til bruk for rangering av områder/punkter på ledningsnettet hvor det er tilknyttet sårbare abonnenter.

Tabell V.2.3. Eksempel på utfyllt FMECA/kritikalitetsskjema for rangering av problemområder.

Geogra- fisk område/ lokalitet	Mulig problem/ hendelse	Sannsyn- lighet	Konsekvens: Innvirkning på vannkvalitet			Risiko - faktor	Kommentar
			Liten (1)	Middels (2)	Stor (3)		
Vestveien nr. 2-6	Endeled- ning: høy pH	Liten (1)				3	Vannet har kontinuerlig høy pH, men bruk av dette er forbundet med liten risiko for brukerne.
		Middels (2)					
		Stor (3)	x				
Tangen	Patogene organismer	Liten (1)				9	Det er tidligere påvist indikatororganismer og det er mistanke om vannbåren sykdom, betydelig risiko for brukerne.
		Middels (2)					
		Stor (3)			x		

Tabell V.2.4. Eksempel på utfyllt FMECA/kritikalitetsskjema for rangering av områder hvor det er tilknyttet sårbare abonnenter.

Geografisk område/- lokalitet	Mulig problem	Sannsyn- lighet	Konsekvens: Innvirkning på sårbare abonnenter			Risiko- faktor	Kommentar
			Liten (1)	Middels (2)	Stor (3)		
Industriom- råde	Forurens et industriv ann	Liten (1)				4	Ingen helsefare, men betydelige økonomiske konsekvenser.
		Middels (2)		x			
		Stor (3)					
Sykehjem	Patogene organis- mer	Liten (1)			x	3	Det har aldri vært mistanke om vannbåren sykdom hittil, men brukerne er meget sårbare, betydelig helserisiko.
		Middels (2)					
		Stor (3)					

V.2.4 Plassering av prøvetakingspunkter på nettet

V.2.4.1 Plassering av prøvetakingspunkter for karakterisering av generell vannkvalitet

I USA ble det i 1985 gjennomført en spørreundersøkelse ved i alt 1800 vannverk for å kartlegge hvilke kriterier som ble benyttet ved valg av prøvetakingspunkter på nettet (AWWA, 1985). Denne undersøkelsen viste at vanligvis ble prøvetakingspunktene plassert på kommunale eiendommer, eller i tilknytning til privat handel, kontor eller tilsvarende virksomhet. Private hjem var et klart tredje valg. God tilgjengelighet var den viktigste lokaliseringsfaktoren.

Senere undersøkelser har vist at det har stor betydning for kimtallet i vannet hvorvidt prøvene tas i kum eller i tappepunkt innomhus, i hvert fall der innvendige rør er av plastmaterialer.

Prøvetakingspunkter innomhus kan gi verdier som ikke er representative for vannkvaliteten ved an boring eller der vannet blir tilgjengelig for abonnent (Abbaszadegan et al., 2003). Abbaszadegan et al. (2003) demonstrerte betydningen av desinfeksjon av tappepunktet og utskylling av røret frem til dette punktet når det gjelder kimtallet i vannprøvene. Spesielt der tappepunktet var innomhus, men også der tappepunktet var direkte på en vannledning, ble kimtallet i vannprøven påvirket dramatisk av denne prepareringen av tappepunktet.

Uten at det er gjennomført noen seriøs undersøkelse av praksis her til lands, gjelder trolig i stor grad de samme konklusjonene som i USA.

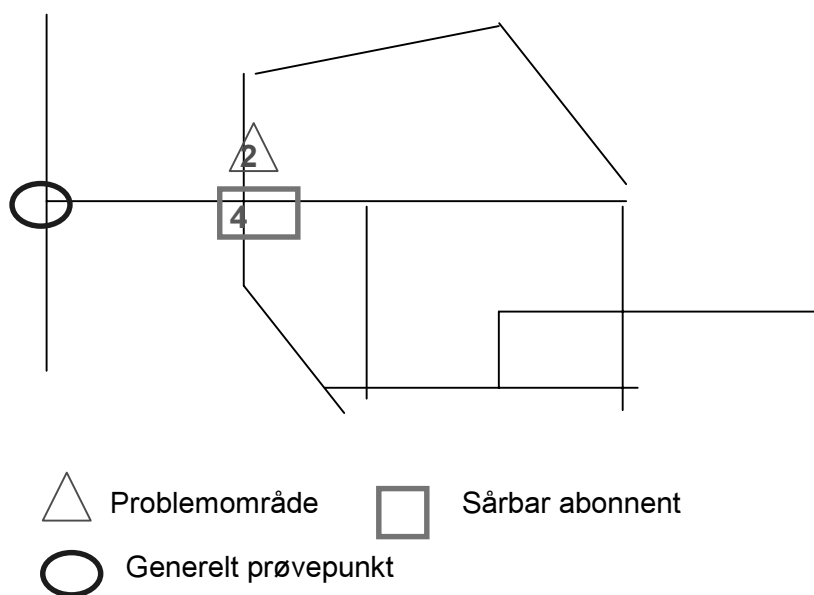
Ved plassering av prøvetakingspunktene på nettet lokaliseres først punktene som skal gi et uttrykk for den generelle vannkvaliteten. Hovedkriteriet for disse punktene er at de skal være representative for flest mulig abonnenter, eller størst mulig vannuttak. Prøvetakingspunktene bør samordnes med annen overvåkning av ledningsnettets som f.eks. kontinuerlig trykkovervåkning eller kontinuerlig overvåkning av ledningsevne, pH og turbiditet. Lokaliseringen av prøvetakingspunktene kan gjøres med utgangspunkt i simuleringer med hydrauliske modeller. Prøvetakingspunktene bør om mulig plasseres slik at det vil være mulig å følge opp vannkvalitetsendringer utover ledningsnettets, dvs. at en ved et vannkvalitetsmessig avvik i én prøve raskt skal kunne avgrense det berørte området.

I tillegg til de foran nevnte opplysningene må det fortsatt tas praktiske hensyn ved plassering. Det viktigste punktet her er god tilgjengelighet til enhver tid. De valgte prøvetakingspunktene legges inn på et kartgrunnlag enten manuelt eller digitalt.

V.2.4.2 Plassering av prøvetakingspunkter i problemområder og for sårbare abonnenter

Risikofaktorene som er beregnet for problemområdene sammen med beregnede risikofaktorer for sårbare abonnenter, legges inn på kartgrunnlaget. Det er hensiktsmessig å benytte ulike symbolkoder for hhv. sårbare abonnenter og problemområder. Skjematisk er dette vist på figur V.2.1.

Figuren viser at en sårbar abonnent er lokalisert i et problemområde med en middels stor risiko for utilfredsstillende vannkvalitet. Dette er et potensielt område for lokalisering av et prøvetakingspunkt. I tillegg er et prøvetakingspunkt for generell vannkvalitet markert. Vurderingen kan medføre at et stort antall problemområder blir lokalisert. Ut fra de beregnede risikofaktorene må det så foretas en prioritering slik at sårbare abonnenter i problemområder blir dekket. Hvor mange prøvetakingspunkter som skal vil avhenge av distribusjonsnettets utforming og fordelingen av sårbare abonnenter. Det er viktig at det foretas en separat vurdering for hvert enkelt punkt.



Figur V.2.1. Eksempel på utsnitt av et ledningsnett der sårbare abonnenter og problemområder er markert

Vedlegg 3. Analysehyppigheten for parametre som en vurderer å analysere rutinemessig

I tabell V.3.1 er det gitt anbefalinger om analyser av råvann ved forutsigbar og stabil råvannskvalitet. Det er generelt forutsatt at det gjennom tre års vannanalyser av råvannsprøver er dokumentert at kvaliteten er stabil og under grenseverdien. Eksempler på forhold ved en råvannskilde som gjør at man uten tre års analyser kan trekke den konklusjonen at en har en forutsigbar og stabil vannkvalitet, er:

- I overflatevann (ikke kalket) i områder med surt/kalkfattig grunnfjell, der erfaring fra nærliggende kilder og kjennskap til geologi gjør at man kan fastslå at råvannet alltid har lav pH (under 6,5), lav alkalitet og lavt kalsiuminnhold.
- Overflatevann (uten spesielle forurensningskilder): Kjemiske parametre som sulfat, fluor og radon er alltid godt under grenseverdiene. Det er ikke behov for analyser av disse parametrene.

Tabell V.3.1. Anbefalinger om analyser av råvann ved forutsigbar og stabil råvannskvalitet. For hver parameter er det gitt en kommentar om parameterens betydning og hvilke hensyn som kan legges til grunn ved vurdering av analysefrekvens, samt en anbefaling i kolonnene lengst til høyre, avhengig av hvilken type vannkilde det gjelder. Det presiseres for vannkvalitetsparametre som ikke endres i vannbehandlingen, gjelder kommentarene og anbefalingene også for analyser av rentvann fra behandlingsanlegget dersom parameteren analyseres i rentvann i stedet for i råvann.

Nr	Parameter	Generell beskrivelse / kommentar	Innsjø eller tjern	Elv eller bekk	Grunnvann
5	<i>Clostridium perfringens</i> (inkl. sporer)	Må påregne slengere (1-2 pr 100 ml) i inntil 25 % av prøvene i alt overflatevann. Det har vist seg ofte å være dårlig samsvar mellom forekomst av <i>C. perfringens</i> og parasitter, som denne organismen er ment å fungere som indikator på. Løpende overvåking av <i>C. perfringens</i> har derfor begrenset verdi.	Normalt ikke behov for analyser	Normalt ikke behov for analyser	Normalt ikke behov for analyser med mindre brønnen kan tilføres forurensset overflatevann. Som utvidet rutinekontroll hvis det er mulighet for inntrengning av ”gammel” forurensning, mest typisk i fjellbrønner
6	<i>E. coli</i>	Sikker indikator på fersk fekal forurensning. Viktig tilleggsinformasjon ved påvisning av koliforme bakterier.	Alle funn av koliforme skal verifiseres til <i>E. coli</i>	Alle funn av koliforme skal verifiseres til <i>E. coli</i>	Alle funn av koliforme skal verifiseres til <i>E. coli</i>
7	Intestinale enterokokker	Samtidig påvisning med <i>E. coli</i> indikerer eldre fekal forurensning enn det bare <i>E. coli</i> gir. Antallet er så lavt at det ofte gir lite informasjon å analysere på denne, men en	Som utvidet rutinekontroll eller sjeldnere, avhengig av lokale forhold.	Som utvidet rutinekontroll eller sjeldnere, avhengig av lokale forhold.	Normalt ikke behov for analyser. Som utvidet rutinekontroll hvis det er mulighet for inntrengning av ”gammel” forurensning, mest

Nr	Parameter	Generell beskrivelse / kommentar	Innsjø eller tjern	Elv eller bekk	Grunnvann
		viss overvåking kan være av interesse i kilder der vannet har lang oppholdstid.			typisk i fjellbrønner
8	Kimtall 22°C	Gir en indikasjon på omfanget av tilrenning av overflatevann. Store svingninger og ekstreme verdier tyder på rask tilførsel ved regnvær. Det er store variasjoner i forholdet mellom kimtall og koliforme bakterier, så det er vanskelig å bruke kimtall alene som indikator på fekal forurensning. Kan i sjeldnere tilfeller også skyldes vekst i grunnvannsbrønn.	Frekvens som enkel rutinekontroll	Frekvens som enkel rutinekontroll.	Frekvens som enkel rutinekontroll
9	Koliforme bakterier	Viktig indikator. Må påregnes i alle overflatevannkilder, men skal ikke forekomme i grunnvann.	Frekvens som enkel rutinekontroll	Frekvens som enkel rutinekontroll	Frekvens som enkel rutinekontroll
1	Farge	Etter tre års analyser kan variasjonsområdet fastslås forholdsvis sikkert, og løpende oppfølging har da ofte lite nytt å tilføre. Imidlertid bør utviklingen over tid (år, tiår) følges og kartlegges. I grunnvann er fargetall en viktig indikator på tilsig av overflatevann, og bør derfor følges opp med et minsteomfang for å fange opp eventuelle endringer over tid.	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne	Frekvens som enkel rutinekontroll	Frekvens som utvidet rutinekontroll
2	Lukt	En enkel egenkontroll av lukt kan være aktuelt, særlig for vannkilder der det kan være fare for oppblomstring av blågrønnalger. Omfanget av dette må vurderes ut fra forholdene ved det enkelte vannverk.			
3	Smak	Skal ikke analyseres i råvann			
4	Turbiditet	Etter tre års analyser kan variasjonsområdet fastslås forholdsvis sikkert. Videre analyseomfang er avhengig av eventuell vannbehandling, om det er fare for at nivået overskrider grenseverdien på 1 FNU ut fra	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne	Frekvens som enkel rutinekontroll	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne

Nr	Parameter	Generell beskrivelse / kommentar	Innsjø eller tjern	Elv eller bekk	Grunnvann
		vannbehandlingsanlegg, og om turbiditet kan være en mulig indikator på fare for patogene mikroorganismer. I grunnvann er høy turbiditet og variasjoner i turbiditet viktige indikatorer på tilsig av overflatevann.			
18	Aluminium	Kan være over 0,2 mg/l både i overflatevann og grunnvann, men er stabil nok til at tre års analyser gir et godt bilde av nivået. Eventuell utvikling over tid må følges.	En analyse pr år som dokumentasjon og for å følge eventuell utvikling	En analyse pr år som dokumentasjon og for å følge eventuell utvikling	En analyse pr år som dokumentasjon og for å følge eventuell utvikling
19	Ammonium	Svært sjelden forhøyede verdier i overflatevann, men kan forekomme naturlig i grunnvann og forårsake stor bakterievekst. En av flere indikatorer på tilsig av avløpsvann (for eksempel akutt lekkasje fra avlopsledning) eller gjødsel. Generelt er nitrat en mer anvendelig parameter for landbruksforurensning, fordi ammonium i vann forholdsvis raskt kan omdannes til nitrat.	Analyseres som enkel eller utvidet rutinekontroll hvis det er spesiell mulighet for forurensning fra avløpsvann eller gjødsel, ellers ikke.	Analyseres som enkel eller utvidet rutinekontroll hvis det er spesiell mistanke om forurensning fra avløpsvann eller gjødsel, ellers ikke	Hvis det er påvist et nivå over ca 0,5 mg/l, analyseres som utvidet rutinekontroll som dokumentasjon og for å følge evt. utvikling. Ellers bare der det er spesiell mistanke om forurensning fra avløpsvann eller gjødsel
31	Jern	Kan forekomme i konsentrasjoner noe over grenseverdien i forbindelse med anaerobe forhold nær bunnen i innsjø/tjern, og i betydelig høyere konsentrasjoner i grunnvann.	Analyseres ikke	Analyseres ikke	Som utvidet rutinekontroll som dokumentasjon og for å følge eventuell utvikling
33	Kjemisk oksygenforbruk, COD-Mn (KMnO ₄)	Videre analyser gir liten tilleggsinformasjon så lenge fargetallet er stabilt. I dag benyttes ofte TOC i stedet for KOF av praktiske grunner.	Analyseres ikke	Analyseres ikke	Analyseres ikke
34	Klorid	Aldri i nærheten av grenseverdien i naturlig overflatevann. Kan derimot ha forhøyet nivå i naturlig grunnvann. Er da forholdsvis stabilt, <i>hvis ikke årsaken er sjøvannsinntrengning</i> . Både grunnvann og overflatevann kan bli påvirket av veisaltning. I så fall må	Analyseres ikke	Analyseres ikke	Som utvidet rutinekontroll hvis det kan være fare for saltvannsinntrengning i brønnen, ellers ikke

Nr	Parameter	Generell beskrivelse / kommentar	Innsjø eller tjern	Elv eller bekk	Grunnvann
35	Konduktivitet	analysehyppigheten vurderes særskilt. En parameter som analyseres ofte, men som gir svært lite informasjon. I overflatevann er nivået lavt, og analyser gir normalt ingen informasjon. I grunnvann er variasjoner i konduktivitet en indikator på innlekking av overflatevann eller på inntrengning av sjøvann.	Analyseres ikke	Analyseres ikke	Analyseres som utvidet rutinekontroll for å dokumentere stabil kvalitet
39	Mangan	Kan forekomme i konsentrasjoner noe over grenseverdien i innsjø/tjern, og i betydelig høyere konsentrasjoner i grunnvann.	Analyseres ikke	Analyseres ikke	Som utvidet rutinekontroll som dokumentasjon og for å følge eventuell utvikling
40	Natrium	Vil hovedsakelig være forårsaket av salt, dermed er klorid og konduktivitet greie indikatorer. Ved stigende saltnhold vil grenseverdien for klorid overskrides før grenseverdien for natrium.	Analyseres ikke	Analyseres ikke	Analyseres ikke
42	Nitrat (NO ₃ - N)	Naturlig forhøyede verdier forekommer sjelden eller aldri. Skyldes nesten utelukkende gjødsel (natur eller kunst-). Grenseverdien er 10 mg/l, men alt over 1 mg/l tyder på tilførsler fra gjødsel og bør resultere i nærmere vurdering. Konsentrasjonene kan variere betydelig over tid. Analysefrekvensene angitt til høyre må derfor vurderes individuelt.	Analyseres som enkel rutinekontroll der det er mistanke om eller mulighet for forurensning fra avløpsvann eller gjødsel	Analyseres som enkel rutinekontroll der det er mistanke om eller mulighet for forurensning fra avløpsvann eller gjødsel	Analyseres som enkel rutinekontroll der det er mistanke om eller mulighet for forurensning fra avløpsvann eller gjødsel
43	Nitritt (NO ₂ - N)	Ved tilførsel av avløpsvann eller sigevann fra gjødsel kan vannet i spesielle tilfeller bli tilført nitritt. Nitritt er imidlertid ikke den mest anvendelige parameteren for å påvise slik tilførsel.	Analyseres ikke	Analyseres ikke	Analyseres ikke
44	pH (Surhetsgrad)	Når nivået er fastslått og eventuell passende vannbehandling satt i verk, har pH i råvannet ofte liten betydning.	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne
50	Sulfat	Aldri i nærheten av grenseverdien i	Analyseres ikke	Analyseres ikke	En analyse pr år som

Nr	Parameter	Generell beskrivelse / kommentar	Innsjø eller tjern	Elv eller bekk	Grunnvann
		overflatevann. Kan derimot ha forhøyet nivå i grunnvann. Er da forholdsvis stabilt.			dokumentasjon og for å følge eventuell utvikling
53	Totalt organisk karbon (TOC)	Videre analyser gir liten tilleggsinformasjon så lenge fargetallet er stabilt.	Frekvens som utvidet rutinekontroll	Frekvens som utvidet rutinekontroll	Frekvens som utvidet rutinekontroll
	Kalsium Alkalitet	Dette er parametre som er stabile og normalt lave i overflatevann. I grunnvann kan verdiene være lave eller høye.	Analyseres ikke	Analyseres ikke	Frekvens som utvidet rutinekontroll, vurderes ut fra hvor stabil kilden anses å være
	UV-transmisjon	Parameteren er et mål på egnethet for UV-desinfeksjon, og bør analyseres dersom det benyttes UV-bestråling i vannbehandlingen.	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne ¹	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne ¹	Frekvens som enkel rutinekontroll eller halvparten av denne ¹

1) Dersom det benyttes UV-bestråling i vannbehandlingen og det enten ikke er fargefjerning eller UV-bestråling av råvann ved svikt i fargefjerningen inngår i anleggets design

I tabell V.3.2 er det gitt anbefalinger om analyser av nettvann der det er dokumentert at vannkvaliteten er stabil og under grenseverdiene.

Tabell V.3.2. Anbefalinger om analyse av nettprøver. Det er forutsatt at det gjennom tre års vannanalyser av nettprøver er dokumentert at kvaliteten er stabil og under grenseverdien. Henvisninger til tabeller (f.eks. tab 6.1) viser til drikkevannsforskriftens vedlegg.

Nr	Parameter	Beskrivelse / kommentar	Nettvann
5	<i>Clostridium perfringens</i> (inkl. sporer)	Må påregne slengere (1-2 pr 100 ml) i inntil 25 % av prøvene i alt overflatevann. Det har vist seg å ofte være dårlig samsvar mellom forekomst av <i>C. perfringens</i> og parasitter, som denne indikatororganismen er ment å fungere som indikator på. Løpende overvåking av <i>C. perfringens</i> har derfor begrenset verdi.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1, husk fotnote 4
6	<i>E. coli</i>	Sikker indikator på fersk fekal forurensning. Viktig tilleggsinformasjon ved påvisning av koliforme bakterier.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1, husk fotnote 4 i forskriften
7	Intestinale enterokokker	Ved eventuell innlekking vil koliforme bakterier og <i>E. coli</i> være de mest aktuelle parametrene for å påvise dette. Intestinale enterokokker vil meget sjelden kunne gi interessant informasjon på nettet.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1, husk fotnote 4 i forskriften
8	Kimtall 22°C	Kimtall er en viktig indikator på slamdannelse, kraftig biofilmdannelse og/eller stillestående vann.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1
9	Koliforme bakterier	Viktig indikator på innlekking eller forurensning, eller svikt i vannbehandling.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1
1	Farge	Sjelden av stor betydning i nettvann forutsatt at eventuelle endringer i råvann/behandlet vann påvises ved analyser av dette. Forhøyet fargetall på nettet kan forekomme pga slamdannelse.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1, husk fotnote 4 i forskriften.
2	Lukt	En enkel egenkontroll av lukt kan være aktuelt, særlig for vannkilder der det kan være fare for oppblomstring av blågrønnalger. Omfanget av dette må vurderes ut fra forholdene ved det enkelte vannverk.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1, husk fotnote 4 i forskriften.
3	Smak		Analyseres iht

Nr	Parameter	Beskrivelse / kommentar	Nettvann
			drikkevannsforskriften tab dvf 4 og 6.1, husk fotnote 4 i forskriften.
4	Turbiditet	Turbiditet er en viktig indikator på slamdannelse og eventuelle andre uregelmessigheter i ledningsnettet.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1
18	Aluminium	Økning i Al-innhold i vannet på nettet skyldes enkelte typer ferske sementforinger. Når stabil vannkvalitet er dokumentert er dette ikke lenger relevant.	Analyseres normalt ikke, unntatt når vannbehandlingen benytter en aluminiumbasert koagulant. Dersom det er problemer med slam, turbiditet eller høyt kimtall, bør Al analyseres i prøver fra problemområdene.
19	Ammonium	Ammonium i nettvann indikerer innlekking av avløpsvann.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1, husk fotnote 4 i forskriften
31	Jern	Jern i nettvann kan skyldes korrosjon på støpejernsledninger.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1 der det benyttes jernbasert koagulant. Ellers frekvens som utvidet rutinekontroll i områder med støpejernsledninger, for å kartlegge effekt av korrosjon over tid. Ut over dette synes analyser ikke relevant.
33	Kjemisk oksygenforbruk, COD-Mn (KMnO ₄)	Parameteren endres normalt ikke på nettet, men massiv begroing i ledningsnettet eller utlekking fra materialer kan gi endringer.	Analyseres ikke
34	Klorid	Vannet blir ikke tilført klorid i ledningsnettet.	Analyseres ikke
35	Konduktivitet	En parameter som kan gi mye informasjon.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1, husk fotnote 4 i forskriften.
39	Mangan	Vannet blir ikke tilført mangan i ledningsnettet. Imidlertid kan naturlig mangan i vannet felles ut og innimellom gi forhøyet mangankonsentrasjon i forbindelse med slamproblemer.	Analyseres ikke med mindre spesielle behov (utfelling, slamproblemer) tilsier det.
40	Natrium	Vannet blir ikke tilført natrium i ledningsnettet	Analyseres ikke
42	Nitrat (NO ₃ -N)	Ved innsuging av avløpsvann eller	Analyseres ikke

Nr	Parameter	Beskrivelse / kommentar	Nettvann
		sigevann fra gjødsel vil vannet bli tilført nitrat. Nitrat er imidlertid ikke den mest anvendelige parameteren for å påvise dette.	
43	Nitritt (NO ₂ -N)	Ved innsuging av avløpsvann eller sigevann fra gjødsel kan vannet bli tilført nitritt. Nitritt er imidlertid ikke den mest anvendelige parameteren for å påvise dette.	Analyseres ved vannverk som benytter kloramin
44	pH (Surhetsgrad)	pH-endringer på nettet kan skyldes ustabilt vann, korrosjon, biologisk aktivitet eller utvasking fra eternitt og sementmørtelforinger. Disse vil være godt kartlagt over en 3 års periode, og videre analyser iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1 vil være tilstrekkelig overvåkning.	Analyseres iht drikkevannsforskriften tab 4 og 6.1, husk fotnote 4 i forskriften
50	Sulfat	Vannet blir ikke tilført sulfat i ledningsnettet	Analyseres ikke
53	Totalt organisk karbon (TOC)	Parameteren endres normalt ikke på nettet, men massiv begroing i ledningsnettet eller utlekking fra materialer kan gi endringer.	Analyseres ikke rutinemessig, kun ved betydelig begroing eller utlekking
	Silikat	Ved vannglassdosering: Utviklingen i silikatkonsentrasjon utover i nettet viser om det er oppnådd likevekt mellom vannet og silikatbelegget på rørveggen.	Frekvens som utvidet rutinekontroll ved vannglassdosering
	Assimilerbart organisk karbon (AOC), biologisk nedbrytbart organisk karbon (BDOC)	Måler vannets begroingspotensial	Analyseres ikke rutinemessig, men kan være aktuell for måling av begroing på nettet

Vedlegg 4. Vannkvalitetsparametre som det ikke analyseres på rutinemessig

Dette er stoffer som i hovedsak kan forekomme i grunnvann og i vann utsatt for menneskeskapt forurensing. For alle typer vannkilder gjøres analyser i henhold til grupperingen i tabell V.4.1. (Det presiseres at ett vannverk kan falle i flere grupper). Det gjøres innledningsvis to analyser med et halvt års mellomrom. Hvis konsentrasjonene er lave og stabile kan frekvensen reduseres til én prøve hvert femte år. Dersom konsentrasjonene er ustabile og/eller nær grenseverdien bør de relevante parametrene analyseres minst årlig. For kilder som ikke faller inn under noen av risikogruppene, er det ikke nødvendig å dokumentere vannkvaliteten med analyser med hensyn på disse stoffene.

Analyselaboratorier tilbyr gjerne rabatterte analysepakker, og det anbefales å innhente pris på disse i tillegg til analyseprogrammet angitt i tabell V.4.1 før analyseprogrammet fastsettes.

Tabell V.4.1. Anbefalinger om vannkvalitetsparametre som det ikke analyseres på rutinemessig

Kriterium	Analyser	Kommentarer
Hovedgruppe 1: Grunnvann løsmasser	<u>i råvann:</u> arsen, fluor, nikkel, kadmium, kobber, bly, krom	Avhengig av lokal geologi kan én eller flere parametre utelates
Hovedgruppe 2: Grunnvann fjell (fra fjellbrønner eller fra løsmasser med betydelig tilsig fra fjellsprekker)	<u>i råvann:</u> arsen, fluor, nikkel, kadmium, kobber, bly, krom, radon, uran	Avhengig av lokal geologi kan én eller flere parametre utelates
Hovedgruppe 3: Mistanke om forurensning fra industri (eksisterende eller tidligere virksomhet) eller fra avfall (lovlige og ulovlige deponier, evt. nedgravd avfall i gamle grustak osv.)	<u>i råvann:</u> arsen, bly, bor, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, PAH (inkl. benzo(a)pyren), klorerte alifater / løsemidler (1,2-dikoloretan, trikloreten, tetrakloreten), benzen, hydrokarboner, mineraloljer	Det er ikke alltid nødvendig å analysere på hele denne pakken. For mindre deponier som er knyttet til én bedrift eller én type avfall, er det aktuelt å velge parametre ut fra hva man vet eller mistenker kan være deponert der. Likeledes vil man ved lokal forurensning fra industri normalt kunne plukke ut et begrenset antall parametre som er aktuelle.
Hovedgruppe 4: Landbruk i tilsigsområdet	<u>i råvann:</u> plantevernmidler	Dette gjelder: ▪ Vannverk med minst 20 % landbruksareal i tilsigsområdet. ▪ Andre vannverk med landbruksareal like inntil kilden, slik at høye konsentrasjoner kan forekomme i forbindelse med regnskyll. Prøven bør tas etter et regnskyll i en periode da sprøyting kan ha foregått. ▪ Vannverk der forurensning fra utblanding, fylling, rengjøring av utstyr eller (ulovlig) deponering av plantevernmidler kan være aktuelt,

		for eksempel vannverk med gårdstun, gartneri eller avfallsfylling i tilsigsområdet. Dersom det med sikkerhet ikke benyttes plantevernmidler i det aktuelle området, kan analyser utelates.
Spesielle forhold:		
Ved mistanke om forurensning med drivstoff fra bensinstasjon, drivstofflager, verksted, bilvrak eller generelt omfattende vegtrafikk i tilsigsområdet	<u>i råvann:</u> hydrokarboner benzen	
Vannledninger av PE passerer gjennom område der grunnen kan være forurensset med drivstoff	<u>i nettvann:</u> hydrokarboner, benzen	Mineraloljer kan diffundere inn gjennom PE-ledninger
Ved mistanke om forurensning fra avising på flyplasser eller andre former for avising/frostvæske	<u>i råvann:</u> glykoler	
Ved mistanke om forurensning fra industri der cyanid kan ha vært benyttet (overflatebehandling), eller fra bergverk (oppredning/viderebehandling):	<u>i råvann:</u> cyanid	
Grunnvann med pH i nettvann under 7,0. Også i andre tilfeller der man har mistanke om at vannet er mer enn normalt korrosivt er slik analyse aktuell.	<u>i henstandsvann i kran:</u> kobber, bly, nikkel, kadmium, krom	
Vann som ozoneres / planlegges ozonert	<u>i råvann:</u> bromid før ozonering velges som prosess <u>i behandlet vann:</u> bromat (når prosessen er i drift)	
Vann som behandles med betydelig større klordoser enn det som er vanlig ved norske vannverk	<u>i behandlet vann:</u> trihalometaner	
Vann fra rør eller tanker med tjærebelegg eller tjæreskjøter	<u>i nettvann:</u> PAH	

Det er normalt ikke behov for analyser av følgende parametre i norsk drikkevann:

- antimon
- tritium
- total indikativ dose

Vedlegg 5. Eksempel på statistisk bearbeiding av målenøyaktighet ved pH-måling

I eksempelet under er det forutsatt at det er gjennomført parallelle målinger av pH kontinuerlig og med pH-meter 6 ganger pr. år, og resultatene var som vist i tabell V.5.1. Det en ønsker å vurdere er om det er forskjell i målingene, uavhengig av hvilken måling som gir høyest verdi. (Ved andre typer målinger, f.eks. turbiditet, kan det være mer aktuelt å kontrollere om kontinuerlig måling gir lavere verdier enn analyseresultater fra laboratorium.) Absoluttverdiene til differansene mellom måling kontinuerlig og ved analyselaboratorium beregnes, og ut fra disse beregnes middelerverdi, standardavvik og t-observator for Students t-test.

Tabell V.5.1. Regneeksempel på statistisk bearbeiding av målenøyaktighet ved pH-måling

	pH målt kontinuerlig	pH målt med pH-meter	Differanse
Prøve 1	6,97	7,13	-0,16
Prøve 2	7,30	7,21	0,09
Prøve 3	7,56	7,45	0,11
Prøve 4	6,87	7,23	-0,36
Prøve 5	7,45	7,57	-0,12
Prøve 6	7,32	6,80	0,52
Middelerverdi			0,01
Standardavvik			0,30
Antall datasett			6

En enkel fremgangsmåte er å kun vurdere standardavviket til differansene. Dersom en i eksempelet krever at standardavviket til differansen skal være $< 0,2$, noe som tilsvarer den oppgitte måleusikkerheten ved ett akkreditert analyselaboratorium, må en konkludere med at kontinuerlig måling og laboratorieresultat gir ulike svar. Dersom en vurderer datasettet, med forskjeller i målt pH med ulike metoder opp til 0,52, synes det også rimelig å hevde at målemetodene kan gi ulike svar.

Vedlegg 6. Bruk av måledata

V.6.1 Statistisk bearbeiding av data

Beregning av middelerdi og standardavvik benyttes i en rekke tilfeller for å beskrive vannkvaliteten i en begrenset tidsperiode, f.eks. et år. For en rekke vannkvalitetsparametre er imidlertid maksimalverdi, 95 % konfidensintervall eller andelen av prøvene som overskrider en gitt verdi et bedre uttrykk for vannkvaliteten. Det sistnevnte gjelder spesielt for mikrobiologiske analyser.

Dersom en skal vurdere vannkvaliteten i to ulike år opp mot hverandre, eller vannkvaliteten i to ulike målepunkt, er Students t-test ofte et egnet verktøy. Input er da middelerdi, standardavvik og antall prøver i hvert datasett. Det beregnes en t-observator, t_0 :

$$t_0 = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$\bar{Y}_1$ = middelerdien for datasett 1

$\bar{Y}_2$ = middelerdien for datasett 2

S_1 = standardavviket for datasett 1

S_2 = standardavviket for datasett 2

n_1 = antall verdier i datasett 1

n_2 = antall verdier i datasett 2

Antall frihetsgrader kan, dersom S_1 er lik S_2 beregnes som:

$$\nu = n_1 + n_2 - 2$$

Dersom $S_1 \neq S_2$ kan antall frihetsgrader beregnes ut fra en noe mer omfattende formel (Montgomery, 1991):

$$\nu = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

Ut fra t_0 og statistiske tabeller for Students t-fordeling kan en beregne om det er grunnlag for å hevde at $\bar{Y}_1 \neq \bar{Y}_2$.

Regresjonsanalyse er et mye brukt, og misbrukt, verktøy i vurdering av ulike typer data. Brukt med forsiktighet er det et enkelt og godt verktøy for å vurdere samvariasjon mellom ulike datasett.

Variansanalyse er et verktøy som kan benyttes til å vurdere hvilke av flere faktorer som har betydning for en gitt vannkvalitetsparameter, f.eks. hvilke av parametrene vannforbruk, temperatur og pH som har størst betydning for turbiditeten i ledningsnettet før og etter at et vannverk introduserte korrosjonskontroll.

Det er ikke angitt krav i drikkevannsforskriften til statistisk signifikansnivå for å kunne anse en vannkilde som en hygienisk barriere. Under er det diskutert 2 alternative statistiske metoder for å vurdere hvor mange prøver med påvist *E. coli* en kan ha i råvannskilder, og samtidig si at kilden utgjør en hygienisk barriere. Det presiseres at i tillegg skal krav til klausulering og sikring av kilden for å unngå forurensning også være oppfylt for at kilden skal kunne betraktes som en barriere. Det må derfor også gjennomføres en faglig vurdering av resultater fra mikrobiologiske analyser, og andre forhold som kan ha betydning, før det kan konkluderes om en kilde representerer en hygienisk barriere.

1. 90 % av prøvene har *E.coli* < 1/100 ml og 99 % av prøvene har v 3 /100 ml
2. *E.coli* < 1/100 ml på et 90 % statistisk signifikans-nivå med f.eks. Students t-test

Dersom resultatene behandles statistisk etter alternativ 2, vil én høy verdi bli betraktet som et tilfeldig avvik, fordi både middelerdi og standardavvik øker, noe som i enkelte tilfeller kan være en feilaktig konklusjon. I enkelte vannkilder kan innholdet av *E. coli* være < 1/100 ml det meste av året, men være >10/100 ml i forbindelse med en fullsirkulasjonsperiode. En statistisk analyse etter alternativ 2 kan da konkludere med at kilden er en hygienisk barriere selv om den nok ikke er det hele året. En enkel vurdering av antall prøver med bakterietall < 1/100 ml og v 3 /100 ml synes derfor å være et bedre utgangspunkt for vurdering av om en kilde er en hygienisk barriere, og alternativ 1 anbefales derfor fremfor alternativ 2.

V.6.2 Eksempler på bruk av data

V.6.2.1 Sammenligning av fargetall i to etterfølgende år

Årlig rapporteres vannkvaliteten i Oslo, herunder råvannskvaliteten (Kristiansen, 1999, 2000). Med utgangspunkt i rapporterte fargetall for råvann til Oset vannrenseanlegg, som er oppsummert i tabell V.6.1, er det her gjort statistisk analyse basert på Students t-test på hvorvidt det er grunnlag for å hevde at fargetallet var forskjellig de to årene.

Tabell V.6.1. Fargetall i råvann til Oset vannrenseanlegg i 1998 og 1999

	1998	1999
Middelerdi (mg Pt/l)	15,2	19,0
Standardavvik (mg Pt/l)	3,1	2,3
Antall målinger	11	12

Med utgangspunkt i resultatene i tabell V.6.1 og formlene i kap. V.6.1 beregnes t-observatoren til 3,31 og antall frihetsgrader til 18,4. Ut fra statistiske formelverk kan det konkluderes med at fargetallet i 1999 var høyere enn i 1998 med 99,5 % signifikansnivå.

V.6.2.2 Konsekvenser av tiltak

90 % av abonnentene i Ski kommune mottar vann fra Skullerud vannrenseanlegg i Oslo. Ved Skullerud var det inntil 1994 kun siling og klortilsetting, mens vannbehandlingen fra 1994 har bestått i direktefiltrering, korrosjonskontroll med karbondioksid og kalk, samt dosering av natriumhypokloritt. Data for vannkvalitet i 1991-92 og 1995-98 i Ski kommune ble gjennomgått for å se i hvilken grad vannkvaliteten endres fra grensen mellom Oslo og Ski og frem til prøvetakingspunktene, og om overgangen til ny vannbehandling ved Skullerud påvirket disse endringene. For enkelte av vannkvalitetsparametrene, for eksempel jern, var det noen høye enkeltverdier som kan ha vært lite representative for vannkvaliteten som helhet. En sammenligning kun ut fra middelerverdier kunne ført til at én høy enkeltverdi kunne gi grunnlag for å trekke feilaktige konklusjoner, og det ble i stedet gjennomført en rekke parallelle t-tester. I tabell V.6.2 er resultatene fra disse vurderingene for korrosjonsrelaterte vannkvalitetsparametre oppsummert.

Tabell V.6.2. Vannkvalitetsendringer på ledningsnettet i Ski kommune (Hem, 1999)

Parameter	Antall prøvetakingspunkter (av 5) med statistisk signifikant endret vannkvalitet i forhold til kvaliteten ved grensen mellom Oslo og Ski	
	1991-1992	1995-1998
pH	4	1
Alkalitet	4	0
Kalsium	4	0
Turbiditet	2	2
Jern	3	1

Resultatene tilsier en positiv effekt på korrosjon og på vannkvaliteten på nettet av ny vannbehandlingsprosess ved Skullerud vannrenseanlegg.

Langevannverket eies av IVAR. Vannbehandlingen besto frem til mars 1999 av siling, klorering og pH-justering med lut. Fra mars 1999 er vannbehandlingen supplert med karbonatisering ved tilsetting av karbondioksid og filtrering gjennom marmorfilter. Lutanlegget kan benyttes til en siste pH-økning ved behov. Både før og etter at det nye vannbehandlingsanlegget ble igangsatt var det en omfattende prøvetaking og vannanalyse på ledningsnettet, og dette er rapportert av Gjerstad (2000). Effekten av kobber- og sinkkonsentrasjoner i henstandsvann er vurdert ut fra konsentrasjonene, som sank fra 0,1-0,3 mg/l til ca. 0,1 mg/l. Effekten på jernkonsentrasjonene ble vurdert ut fra andelen av prøvene som inneholdt > 0,05 mg Fe/l. Denne andelen sank fra 73 % til 2 % som følge av endret vannbehandling. Ved IVAR var det dermed andre vurderingsmetoder enn standardiserte statistiske tester som ble valgt.

V.6.3 Vannkvalitetsdata på Internett

Mange vannverk har lagt ut vannkvalitetsdata på Internett. Som eksempler er Bergen og Trondheim valgt, uten at det dermed er tatt stilling til hvordan Internettssidene bør utformes eller hvilken informasjon som bør legges ut.

I Bergen la de først ut årsrapportene fra 2003 og 2004, dernest rapport fra 1. tertial 2005 som vist i figur V.6.1, og de planlegger nå å legge ut månedsrapporter (Seim, 2006). I Trondheim har de lagt ut diverse informasjon om vannkvalitet i årsrapport, herunder angivelse av andel av vannprøvene som har godkjent vannkvalitet. En kopi av dette er vist i figur V.6.2.

Gullfjellet vannverk			
Bakteriologisk drikkevannskvalitet, januar-april 2005			
Parameter	Grenseverdi pr 100 ml	Antall analyser	Prøver med bakterier
E Coli	0	140	0
Intestinale enterokokker	0	127	0
Koliforme bakterier	0	140	0
Fysisk-/kjemisk drikkevannskvalitet, januar-april 2005			
Parameter	Grenseverdi	Antall analyser	Resultat gjennomsnitt
Farge (mg Pt/l)	20	133	5,0
Turbiditet (FNU)	4	134	0,44
Surhetsgrad (pH)	6,5-9,5	134	7,7
Merknad:			

Figur V.6.1. Vannkvalitetsdata for Gullfjellet vannverk pr. januar 2006 (Bergen Vann, 2006). Forklaringen til parametrene, inkludert hvilke tiltak som gjennomføres ved overskridelser, ligger på samme hjemmeside.

Drikkevannskvalitet 2005

Det tas hvert år ukentlige kontrollprøver av drikkevannet fra 20 steder rundt om i kommunen. Jonsvatnet er vår hovedvannskilde som forsyner 99% av Trondheims befolkning samt Malvik. Leirsjøen er reservekilde.

Som mottaker av vannet skal du få varsel dersom vannet kan medføre helsemessig risiko eller ved vesentlige endringer i vannkvaliteten.

Tabellene nedenfor viser resultat av analysene utført i 2005. Analysene er utført av Næringsmiddelkontrollen i Trondheim som er et akkreditert laboratorium.



Jonsvatnet er vår hovedvannskilde

- **Totalt:** Av 3606 analyser er det 99,5% som oppfyller kravene i Drikkevannsforskriften.
- **Bakterier:** I noen få prøver påvises det bakterier som ikke skal være tilstede. Alle analyser med funn av bakterier førte til ytterligere undersøkelser. I oppfølgingsanalysene ble det ikke påvist bakterier.
- **Hardheten:** Drikkevannet fra Jonsvatnet er et bløtt drikkevann. Hardhetsgraden er 3 (dH). Det er derfor ikke nødvendig å tilføre vannet salt, f.eks i oppvaskmaskinen p.g.a. hardheten i vannet.
- **Misfarget drikkevann:** De fysisk-kjemiske prøvene viser at det er et ubetydelig antall analyser som ikke er godkjente på grunn av misfarget vann. Dersom du synes at vannet er farget kan årsaken ligge i at kommunen har arbeidet med den offentlige vannledningen i ditt nærområde. Rådet er da at du åpner vannkranen og lar vannet renne en stund til at fargen forsvinner. Det anbefales at varmtvannskranen holdes stengt til fargen er borte. Dette for å hindre at "skitt" dras inn i varmtvannstanken. Det er også nødvendig at siler foran tappekraner og vannmålere rengjøres med jevne mellomrom.

Totalt stiller Drikkevannsforskriften krav til 51 forskjellige parametre. Dersom du ønsker analyseresultater for andre parameter kontakt Trondheim bydrift "Vann og Avløp", telf: 72 54 65 21.

Mikrobiologisk drikkevannskvalitet 2005				
Parameter	Grense-verdi pr 100 ml	Antall analyser	Prøver med bakterier	Godkjente prøver %
E.coli	0	553	0	100
Koliforme bakterier	0	553	1	99,8
Clostridium perfringens	0	553	11	98,0
Intestinale enterokokker	0	553	1	99,8

Fysisk-kjemisk drikkevannskvalitet 2005				
Parameter	Grense-verdi	Antall analyser	Resultat gj.snitt	Godkjente prøver %
Farge (mg/lPt)	20	510	14,5	100
Turbiditet (FNU)	4	510	0,25	99,6

Jern (mg/l)			0,2	99	0,028	99,0
Kopper (mg/l)			1	87	0,022	100
pH, surhetsgrad			6,5-9,5	88	8,2	100
Ledningsevne (mS/m)			-	75	12,8	-
Ammonium (mg/l N)			0,5	88	0,010	100
Totalt organisk karbon (mg/l TOC)			5	12	2,5	100
Kalsium (mg/l Ca)			-	12	21,3	-
Alkalitet (Mmol/l)			-	12	0,92	-
SUM mikrobiologisk og fysisk-kjemisk analyser med grenseverdier:				<u>3606</u>		<u>99,5</u>

Skriv _____ ut | Tips _____ enheten

Oppdatert: 17.02.2006

Figur V.6.2. Vannkvalitetsdata for Trondheim i 2004 (Trondheim kommune, 2006)

Vedlegg 7. Drikkevannsforskriftens krav til prøvetaking og analyseprogram

Tabell V.7.1 (tabell 4 i forskriften). Minimum årlig prøvetakingsfrekvens som skal danne grunnlag for rapportering til tilsynsmyndighet (SHD, 2001)

Vannleveranse (personer) ¹	Nettkontroll (prøveomganger) ²	Enkel rutinekontroll (prøver) ^{3,4}	Utvidet rutinekontroll (prøver) ^{3,5}
50-500	12 ⁶	4 ⁶	1 ⁶
501-1.000	12	4	1
1.001-5.000	24	4	1
5.001-50.000	48	4 + 3 prøver for hver påbegynte 5.000 personer av det totale antall forsynt	1 + 1 prøve for hver påbegynte 16.500 personer av det totale antall forsynt
50.001-500.000	48	4 + 3 prøver for hver påbegynte 5.000 personer av det totale antall forsynt	3 + 1 prøve for hver påbegynte 50.000 personer av det totale antall forsynt
>500.000	48	4 + 3 prøver for hver påbegynte 5.000 personer av det totale antall forsynt	10 + 1 prøve for hver påbegynte 125.000 personer av det totale antall forsynt

¹⁾ Dersom vannverket i tillegg til leveranse til husholdningsabonnenter (forbrukere), leverer vesentlige mengder vann til næringsmiddelbedrifter, sykehjem, institusjoner, hoteller eller tilsvarende, må dette tas hensyn til ved fastsettelse av prøvetakingsfrekvens. Behovet for prøvetaking ved mindre vannleveranser enn til 50 personer fastsettes av aktuell tilsynsmyndighet. Det samme gjelder ved sesongdreven vannforsyning.

²⁾ Nettkontrollen skal gi et representativt bilde av vannkvaliteten levert gjennom året. Kolonnen angir minste antall prøveomganger per år. Nødvendig antall prøver i hver prøveomgang må fastsettes ut fra vannforsyningssystemets kompleksitet og kritiske punkter. Minimum antall parametre som skal analyseres i hver prøve fremgår av tabell 6.

³⁾ Enkel og utvidet rutinekontroll skal til sammen gi et representativt bilde av vannkvaliteten til abonnent/forbruker gjennom året (jf. tabell 6) for parametre i tabell 1, 2 og 3. Kolonnene angir antall prøver per år. Prøvene kan være de samme som inngår i nettkontrollen.

⁴⁾ Aktuell tilsynsmyndighet kan redusere antall prøver som inngår i enkel rutinekontroll med inntil 50% av det som er angitt i tabell 4, forutsatt at analyser (jf. tabell 6) over minst to påfølgende år viser at parameterverdiene er stabile og vesentlig lavere enn de respektive grenseverdier, og at det ikke foreligger forhold som medfører fare for akutt forringelse av vannkvaliteten. Dersom resultatene senere viser økte verdier må frekvensen vurderes på nytt.

⁵⁾ Utvidet rutinekontroll skal analyseres med den angitte frekvens med mindre vannverkseier kan dokumentere at det er usannsynlig at en gitt parameter (jf. tabell 6) vil overskride grenseverdien. Aktuell tilsynsmyndighet kan da for et bestemt tidsrom fastsette en lavere frekvens for den/de parameter(e) dette gjelder.

⁶⁾ Økning eller reduksjon av antall prøver/prøveomganger for vannforsyning av denne størrelse kan vurderes av aktuell tilsynsmyndighet i hvert enkelt tilfelle. Prøvetakingsfrekvens

for tappepunkter i næringsmiddelbedrifter skal minst følge ”enkel rutinekontroll”. Prøvetakingsplan fastsettes av aktuell tilsynsmyndighet, jf. annet næringsmiddelregelverk.

Tabell V.7.2 (tabell 6.1 i forskriften). Nettkontroll og enkel rutinekontroll (SHD, 2001)

Parameter	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Anmerkninger
Kimtall 22°C	X	X	
Koliforme bakterier	X	X	Ved påvisning under nettkontrollen skal observasjonen verifiseres til presumtiv <i>E.coli</i> , ellers til <i>E.coli</i>
<i>E.coli</i>	V	X	
Intestinale enterokokker	V	X	
pH	Z	X	Parameteren kan settes som V i stedet for Z dersom verdiene er stabile
Konduktivitet	V	X	
Turbiditet	X	X	
Lukt	V	X	
Smak	V	X	
Farge	X	X	
Ammonium		X	
Nitritt		X	Bare når kloramin benyttes til desinfeksjon
Aluminium		X	Bare når aluminium blir brukt i vannbehandlingen
Jern		X	Bare når jern blir brukt i vannbehandlingen
Kimtall 36°C		X	Bare dersom vann produseres i flasker eller annen emballasje med henblikk på frambud
<i>Clostridium perfringens</i>		X	Parameteren trenger ikke måles i grunnvann dersom overflatevann ikke påvirker grunnvannskvaliteten
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		X	Bare når vann produseres i flasker eller annen emballasje med henblikk på frambud

Forklaring til rubrikkene:

X: Obligatorisk

V: Obligatorisk, men se merknad

V: Aktuell tilsynsmyndighet kan vurdere i hvilken grad parameteren trenger å undersøkes. Analyse av vann fra tappepunkter i næringsmiddelbedrifter skal minst følge ”nettkontroll”. For øvrige parametere i tabellene 1-3 kan det benyttes data fra vannverket.

Tabell V.7.3 (tabell 5 i forskriften). Minimumsfrekvens for prøvetaking av råvann som skal danne grunnlag for rapportering til tilsynsmyndighet (SHD, 2001)

Vannleveranse. Angitt som antall personer forsynt	Antall prøver per år¹
< 10.000	4
10.000-30.000	8
> 30.000	12

¹⁾ Råvann skal minst overvåkes med den angitte frekvens for de parametre som inngår i tabell 1,2 og 3 når det er grunn til å anta at disse tilføres vannkilden i mengder av betydning for grenseverdiene. Prøvene kan tas på inntaket til behandlingsanlegget. Som et minimum skal alltid parametrene i tabell 6.1. nettkontroll (unntatt smak) inngå i overvåkingsprogrammet av råvannet. Vannverkseier skal utarbeide et prøvetakings- og analyseprogram som sikrer tilstrekkelig dokumentasjon av verdiene for disse parametrene og som i tillegg gir tilfredsstillende dokumentasjon av:

- a) om vannkilden er en hygienisk barriere
- b) om vannbehandlingen omfatter de nødvendige prosessstrinn

Vedlegg 8. Eksempler på prøvetakingsplaner for ulike typer av vannverk

Eksemplene i dette vedlegget er utarbeidet på bakgrunn av anbefalingene i veiledningren. De er ment å være til hjelp i utarbeidelse av prøvetakingsplaner, men skal **ikke** oppfattes eller benyttes som maler. Det er viktig at det enkelte vannverk bruker sin kompetanse og skjønn i utarbeidelsen av slike planer.

I alle eksemplene er det forutsatt at ett av prøvepunktene for nettkontroll er rentvann ut fra behandlingsanlegget, og alle analyser som i tabellene under er angitt for nettprøver, skal dermed utføres for rentvann fra anlegget. De vannanalysene som er angitt for behandlet vann i tabellene under, skal forstås som tillegg til de analysene som utføres på nettprøver.

Det er vist eksempler for anleggsstørrelsene 50-500 personer og 5-10.000 personer. De sistnevnte er også representative for større anlegg mht. parametervalg, mens antall prøver vil avhenge av antall personer som er tilknyttet.

Det er vist eksempler for tre ulike råvannskvaliteter for hver anleggsstørrelse;

- Anleggsstørrelse 50-500 personer
 - Skogstjern
 - Fjellbrønn
 - Bekk
- Anleggsstørrelse >5000 personer
 - Dyp innsjø
 - Løsmassebrønn
 - Elv

V.8.1 50-500 personer, overflatevann, én barriere i vannbehandlingen

Vannkilden er et skogstjern av forholdsvis god bakteriell kvalitet, men med fargetall over 20 mg Pt/l. Behandlingen består av membranfiltrering og alkalisk filter.

	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Halvparten av enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekontroll
50-500 personer forsynt:	12	4	2	1
Råvann	Koliforme bakterier <i>E. Coli</i>	pH Fargetall Turbiditet		Aluminium Mangan TOC
Behandlet vann		Kimtall 22°C UV-transmisjon		Fargetall fra hvert membranrør Alkalitet Kalsium
Nettvann (obs - prøvene tas ved utløpet fra behandlingsanlegget)	Kimtall 22°C Koliforme bakterier Turbiditet Fargetall	<i>E. coli</i> pH	Konduktivitet Lukt Smak Ammonium <i>C. perfringens</i> Intestinale enterokokker	

Dette er mer enn drikkevannsforskriftens krav (4 prøver pr år). Vannverket ønsker god oversikt over råvannskvaliteten for å kunne dokumentere at kilden er en hygienisk barriere.

UV-transmisjon måles med tanke på framtidig installasjon av UV-anlegg.

Vannverket ønsker å følge utviklingen (forverring?) i råvannskvaliteten over tid, derfor disse analysene av fysisk-kjemiske parametre.

Disse parametrene inngår i "enkel rutinekontroll", men etter som to års analyser viser at verdiene er stabile og godt under grenseverdiene, har Mattilsynet redusert antall prøver med 50 % iht. fotnote 4 til tabell 4 i drikkevannsforskriften.

V.8.2 50-500 personer, grunnvann, ingen barrierer i vannbehandlingen

Vannkilden er fjellbrønner med vann av god kvalitet. Behandlingen består av pH-justering med lut og reserveklorering.

	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekontroll
50-500 personer forsynt:	12	4	1
Råvann	Koliforme bakterier Kimtall 22°C Konduktivitet	pH Fargetall Turbiditet	Jern Aluminium Mangan Sulfat <i>C. perfringens</i> Intestinale enterokokker TOC Kalsium Alkalitet
Behandlet vann:	I tillegg: pH kontinuerlig		
Nettvann (obs prøvene tas ved utløpet fra behandlingsanlegget)	- Kimtall 22°C Koliforme bakterier pH Fargetall Turbiditet	<i>E. coli</i> Intestinale enterokokker <i>C. perfringens</i> Konduktivitet Lukt Smak Ammonium	

Vannverket følger opp disse parametrene siden forandringer kan være tegn på inntrengning av overflatevann

Dette er mer enn drikkevannsforskriftens krav (4 prøver pr år). Vannverket ønsker god kontroll med råvannskvaliteten ettersom kilden utgjør begge de hygieniske barrierene.

Konduktivitet måles så hyppig etter som variasjoner i konduktivitet i fjellbrønner er en indikasjon på inntrengning av overflatevann.

Vannverket har kontinuerlig måling av pH, som stanser lut-doseringen og gir alarm ved høye verdier.

I tillegg analyserer vannverket mhp. fluor og radon hvert femte år. Nivået ligger under grenseverdiene, men det analyseres for å oppdage eventuelle endringer og som dokumentasjon.

Arsen, nikkel, kadmium, kobber, bly og krom er analysert en gang og verdiene var lave.

V.8.3 50-500 personer, overflatevann (bekk), to barrierer i vannbehandlingen

Vannkilden er en bekk fra et skogs- og jordbruksområde. Kvaliteten er tidvis dårlig, både mikrobiologisk og fysisk/kjemisk. Behandlingen består av koagulering med PAX, sandfilter, UV-desinfeksjon og pH-justering med vannglass.

	Kontinuerlige målinger	Måles på stedet ved hvert besøk	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekont.
50-500 personer forsynt:		ukentlig	12	4	1
Råvann	Temperatur	Fargetall	Koliforme bakterier <i>E. Coli</i> Fargetall Turbiditet	pH Nitrat Kimtall 22°C	Plante-vernmidler TOC Aluminium Klorid
Behandlet vann	Etter PAX-tilsats: pH Etter filtrering: Turbiditet	Vann ut fra anlegget: Fargetall Aluminium pH	UV-transmisjon Aluminium (kontrollanalyse på ekstern lab)		Silikat TOC Klorid
Nettvann (obs - prøvene tas ved utløpet fra behandlingsanlegget)	Dette er mer enn drikkevannsforskriftens krav (4 prøver pr år). Vannverket ønsker god kontroll med råvannskvaliteten på grunn av stort forurensningspotensial og raske endringer		Kimtall 22°C Koliforme bakterier Turbiditet Fargetall	<i>E. coli</i> Intestinale enterokokker <i>C. perfringens</i> Konduktivitet Lukt Smak Ammonium Jern pH	Silikat
Kontinuerlige målinger av hensyn til driften av koaguleringsanlegget.		Plantevernmidler og nitrat analyseres for å overvåke graden av forurensing fra jordbruksarealene.		Silikat analyseres for oppfølging av vannglassdoseringen, jf. tabell V.3.2. For øvrig gir pH en hyppigere kontroll av dosen.	

V.8.4 >5000 personer, overflatevann, én barriere i vannbehandlingen

Vannkilden er en dyp innsjø med moderat menneskelig aktivitet i tilsigsområdet. Inntak på 30 m dyp. Lav pH og sporadiske forekomster av *E.coli*, for øvrig stabil og god mikrobiologisk og fysisk/kjemisk vannkvalitet. Behandlingen består av klorering og dosering av lut.

For å overvåke eventuelle plutselige endringer som viser at sprangsjiktet er brutt	Kontinuerlig	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Halvparten av enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekontroll
		48	12	6	2
5-10 000 personer forsynt:					
Råvann	Temperatur		Kimtall 22°C Koliforme bakterier <i>E. coli</i> Fargetall Turbiditet pH		Intestinale enterokokker Aluminium TOC
Behandlet vann	pH Restklor		Kimtall 22°C Fargetall		
Nettvann (herav én prøve av vann ut fra behandlingsanlegg)		Kimtall 22°C Koliforme bakterier Turbiditet Farge	<i>E. coli</i> pH	Konduktivitet Lukt Smak Ammonium <i>C. perfringens</i> Intestinale enterokokker	

Dette er mer enn drikkevannsforskriftens krav. Vannverket ønsker god oversikt over råvannskvaliteten for å kunne dokumentere at kilden er en hygienisk barriere og for å se evt. utvikling i vannkvaliteten over tid.

Disse parametrene inngår i ”enkel rutinekontroll”, men etter som to års analyser viser at verdiene er stabile og godt under grenseverdiene, har Mattilsynet redusert antall prøver med 50 % iht. fotnote 4 til tabell 4 i drikkevannsforskriften.

V.8.5 >5000 personer, grunnvann, ingen barrierer i vannbehandlingen

Vannkilden er grunnvannsbrønner i løsmasser. Vannet har god kvalitet med unntak av at mangan ligger nær grenseverdien. Behandlingen består av lufting, med klor i reserve. Ledningsnettet er derimot dårlig, med korrosjonsproblemer og klager på slam i vannet.

	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekontroll
5-10 000 personer forsynt:	48	12	2
Råvanns- analysene gjøres på en prøve fra hver brønn	Kontinuerlig: Temperatur	Koliforme bakterier Kimtall 22°C pH Turbiditet Mangan	Farge Konduktivitet Jern Aluminium Kalsium Alkalitet Oksygenmetning Sulfat TOC
Behandlet vann:	pH		Oksygenmetning

Måles kontinuerlig for å
avsløre evt. plutselige
endringer pga inntrengning
av overflatevann

Overvåkes med lav frekvens
for å følge utviklingen og
avsløre evt. endringer over
tid. Mangan overvåkes
hyppigere da denne ligger
nær grenseverdien.

I tillegg er vannet analysert mhp helseskadelige stoffer iht rapportens kap 5, med det resultat at alle verdier ligger trygt under grenseverdien. Da det ikke er noen spesielle forurensningskilder, analyseres det ikke regelmessig mhp helseskadelige stoffer etter den første prøven.

	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekontroll
5-10 000 personer forsynt:	48	12	2
Nettvann	Kimtall 22°C Koliforme bakterier Fargetall Turbiditet	<i>E. coli</i> Intestinale enterokokker pH Konduktivitet Lukt Smak Ammonium Jern	
Ekstra prøver på nettet (herav én prøve av vann ut fra behandlingsanlegg)	Kimtall 22°C Turbiditet Jern Mangan		



På grunn av korrosjon og klager ønsker vannverket å kartlegge vannkvaliteten på nettet bedre. Problemene er ikke relatert til de parametrene drikkevannsforskriften setter opp i sin tabell 6.1. Vannverket har derfor valgt to punkter for prøver til formell ”nettkontroll”, plassert nær en større institusjon og et industriområde med mye næringsmiddelindustri.

I tillegg tas det ekstra prøver på 5 punkter der vannet analyseres for korrosjons- og slamprodukter ukentlig. Disse punktene er valgt på grunnlag av klager og egne observasjoner.

Kimtall og turbiditet viser om det er ”slam” i prøven, jern viser i hvilken grad dette har sammenheng med korrosjon av jernledninger. Evt. forhøyet konsentrasjon av mangan viser om utfelling av det naturlige manganet fra råvannet bidrar til slamproblematikken.

V.8.6 >5000 personer, overflatevann (elv), to barrierer i vannbehandlingen

Vannkilden er en elv med tettsteder, industri og jordbruk i tilsigsområdet. Kvaliteten er tidvis dårlig, både mikrobiologisk og fysisk/kjemisk. Behandlingen består av Moldeprosessen (CO₂-tilsats, koagulering med JKL, kombinert sand- og alkalisk filter) og UV-desinfeksjon.

	Kontinuerlig	Måles på stedet ved hvert besøk	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekont.
5-10 000 personer forsynt:		(ukentlig)	48	12	2
Råvann	pH Turbiditet	Fargetall	Kimtall 22°C Koliforme bakterier <i>E. Coli</i> Fargetall Turbiditet	pH TOC	UV-transm. Helseskadelige stoffer Aluminium Klorid Sulfat
Behandlet vann	Etter JKL-tilsats: pH Etter filtrering: Turbiditet fra hvert filter pH	Vann ut fra anlegget: Fargetall Rest-jern	Etter filtrering: Kimtall 22°C Koliforme bakterier UV-transmisjon Etter desinfeksjon: Kim 22°C Koliforme bakterier På ekstern lab som kontroll av egenanalyser: Fargetall Turbiditet Jern pH	Klorid Sulfat Fra hvert enkelt filter: Jern Turbiditet	

Jamfør tabell V.1.1 i rapporten

Dette er mer enn drikkevannsforskriftens krav (8 prøver pr år). Vannverket ønsker god kontroll med råvannskvaliteten ettersom vannkvaliteten endrer seg raskt og er til dels dårlig.

For å verifisere effekten av hhv filter og UV som hygieniske barrierer.

UV-transmisjon i råvannet kartlegges for å vite om UV-anlegget også kan håndtere ubehandlet vann om nødvendig.

På grunn av stor menneskelig aktivitet i tilsigsområdet analyseres prøven for: arsen, bly, bor, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, PAH, klorerte alifater / løsemidler (1,2-dikoloretan, trikloreten, tetrakloreten), benzen og hydrokarboner/ mineraloljer, jf tabell V.4.1 i rapporten.

	Kontinuerlig	Måles på stedet ved hvert besøk	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekont.
5-10 000 personer forsynt:			48	12	2
Nettvann (herav én prøve av vann ut fra behandlings- anlegg)			Kimtall 22°C Koliforme bakterier Turbiditet Fargetall	<i>E. coli</i> Intestinale enterokokker <i>C. perfringens</i> Konduktivitet pH Lukt Smak Ammonium Jern Kalsium Alkalitet	

Utgitte NORVAR-rapporter

Oversikt over samtlige NORVAR-rapporter finnes på www.norvar.no > forsiden > fagstoff > rapporter.

20. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Sluttrapport.
- 20a. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling.
- 20b. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering.
- 20c. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning.
- 20d. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam.
21. NORVAR's årsberetning 1991.
22. EDB i VAR-teknikken. Fase 1 - kravspesifikasjoner m.m. Statusbeskrivelse og forslag til videre arbeid.
- 23a. Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontrollhåndbok for VA-anlegg.
- 23b. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eks. fra Fredrikstad og omegn avløpsanlegg.
- 23c. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk.
- 23d. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. Informasjon, avvik og tiltak, verne- og sikkerhetsarbeid, opplæring.
- 23e. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved vannbehandlingsanlegg.
- 23f. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved avløpsrenseanlegg.
- 23g. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Oltedalen kloakkrenseanlegg.
- 23h. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Smøla vannverk.
- 23i. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontroll for VA-transportsystemet. Eks. fra Nedre Eiker kommune.
24. NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor.
25. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam.
26. Installering av gassmotor for strømproduksjon ved renseanlegg.
27. Mottak og behandling av avvannet råslam ved renseanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform.
28. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt.
29. Regnvannsoverløp.
30. Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren.
31. PRO-VA, Brukerklubb for prosessstyresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr.1993. Leverandører, produkter, konsulenter.
32. Bruk av statistiske metoder (kjemometri) for å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann.
33. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere.
34. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finnister.
35. Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier.
36. Filter som hygienisk barriere.
37. EU/EØS, konsekvenser for Norges vannforsyning.
38. NORVAR-prosjekter 1992/93.
39. Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget renseanlegg.
40. Driftsassistanter for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover.
41. Metri-tel. Kommunikasjonsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune.
42. Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekt.
43. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk.
44. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994.
45. Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminium-klorid høsten 1993. Kartlegging av slam-/slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993-94.
46. Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll.
47. Strategidokument for industrikontroll.
48. NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt.
49. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging og separate avløpsanlegg.
50. Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok.
51. Slambehandling.
52. Bruk av slam i jordbruket.
53. Bruk av slam på grøntarealer.
54. Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder.
55. Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger.
56. Vannforsyning til næringsmiddelindustrien. Krav til kvalitet. Vannverkene erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen.
57. Trykkreduksjon. Håndbok og veileder.
58. Karbonatisering på alkaliske filter.
59. Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier.
60. Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt renseanlegg.
61. Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnett.
62. Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnett.
63. Mal for godkjenning av vannverk.
64. Driftserfaringer fra anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge.
65. Forslag til veileder for fettavskillere til kommunalt avløpsnett.
66. EØS-regelverket brukt på anskaffelser i VA-sektoren.
67. Filter som hygienisk barriere - fase 3.
68. Korrosjonskontroll ved Stange vannverk.
69. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/finnister.
70. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slamavskillere samt underlag for veileder.
71. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensemetode ved utslipp til gode sjøresipienter.
72. Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken. Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA-sektoren.
73. Etablering av NORVARs VA-infotorg. Bruk av internett som kommunikasjonsverktøy.
74. Informasjon fra NORVARs faggruppe for EDB og IT. Spesialrapport - 5. utgave. Beskrivelse av 34 EDB-programmer/Moduler for bruk i VA-teknikken.
75. NORVARs faggruppe for EDB og IT. IT-strategi i VA-sektoren.
76. Dataflyt-klassifisering av avløpsledninger.
77. Alternative områder for bruk av slam utenom jordbruket. Forprosjekt.
78. Alternative behandlingsmetoder for fettslam fra fettavskillere.
79. Informasjonssystem for drikkevann. Forprosjekt.
80. Sjekkklister/veiledninger for prosjektering og utførelse av VA-hoved- og stikkledninger - sanitærinstallasjoner.
81. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise.
82. Veileder for prøvetaking av avløpsvann.

83. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering.
 84. Forfall og fornyelse av ledningsnett.
 85. Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken.
 86. Behandling og disponering av vannverksslam. Forprosjekt.
 87. Kalsiumkarbonatfiltre for korrosjonskontroll. Utprøving av forskjellige marmormasser.
 88. Vannglass som korrosjonsinhibitor. Resultater fra pilot-forsøk i Orkdal kommune.
 89. VA-ledningsanlegg etter revidert plan- og bygningslov.
 90. Actiflo-prosjektet ved Flesland ra.
 91. Vurdering av «slamfabrikk» for Østfold.
 92. Informasjon om VA-sektoren - forprosjekt.
 93. Videreutvikling av NORVAR. Resultatet av strategisk prosess 1997/98.
 94. Nettverksamarbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner.
 95. Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken.
 96. Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger.
 97. Slamforbranning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV).
 98. Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstiller kravene i revidert plan- og bygningslov.
 99. Veiledning i dokumentasjon av utslipp.
 100. Sammenhengen mellom kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester.
 101. Status og strategi for VA-opplæringen.
 102. Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg.
 103. Returstrømmer i renseanlegg. Karakterisering og håndtering.
 104. Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999.
 105. Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg.
 106. Effektiv bruk av driftsinformasjon på renseanlegg/ mal for rapportering.
 107. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave.
 108. Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater.
 109. Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen.
 110. Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg.
 111. Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune.
 112. Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp.
 113. Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp.
 114. Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann.
 115. Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tips.
 116. Scenarier for VA-sektoren år 2010.
 117. VA-jus. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel.
 118. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk.
 119. Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge. En kartlegging og sammenstilling.
 120. Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001.
 121. Kjøkkenavfallskverner for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger.
 122. Prosessen ved utarbeiding av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og anbefalinger fra noen kommuner.
 123. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter.
 124. Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1.
 125. Mal for forenklet VA-norm.
 126. Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie.
 127. Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene - en samarbeidsmodell.
 128. Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt.
 129. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering. Hovedvannledninger.
 130. Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg.
 131. Effektivisering av avløpssektoren.
 132. Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR.
 133. IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning.
 134. VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel. 4. utgave - juni 2003.
 135. Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller.
 136. Hygieniske barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
 137. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng.
 138. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave. Erstatte NORVAR-rapport 118
 139. Erfaringer med klorering og UV-stråling av drikkevann.
 140. NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
 141. Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
 142. NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004
Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 med analyse av datamaterialet
 143. Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløst vannledning ved arbeid på ledningsnettet
 144. Veiledning i overvannshåndtering
 145. Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
 146. Bærekraftig vedlikehold – betraktninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
 147. Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
- Rapportserie B:
- B1: Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt.
 - B2: PressurePulse for deteksjon av lekkasje på vannledninger
 - B3: Kvalitetsheving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag. Forprosjekt.
 - B4: Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og status. Forprosjekt.
 - B5: Utslipp fra bilvaskehaller