

Vannrapport 110

## Nok, godt og sikkert drikkevann offshore



- en veileder i utforming  
og drift av drikkevannsanlegg  
på offshoreinnretninger

Eyvind Andersen  
Bjørn E. Løfsgaard

<b><u>FORORD.....</u></b>	<b>4</b>	<b>4.3 KVALITETSKRAV .....</b>	<b>20</b>
		4.3.1 DAGLIGE DRIFTSANALYSER .....	20
		4.3.2 ANALYSER VED BUNKRING .....	21
		4.3.3 ENKEL MÅNEDLIG RUTINEKONTROLL.....	22
		4.3.4 UTVIDET ÅRLIG RUTINEKONTROLL.....	24
		4.3.5 PARAMETRE UTEN ÅRLIG ANALYSEANBEFALING .....	25
<b><u>1 INNLEDNING .....</u></b>	<b>5</b>	<b>4.4 RAPPORTERING TIL MYNDIGHETENE.....</b>	<b>25</b>
1.1 NOK, GODT OG SIKKERT DRIKKEVANN .....	5	<b>4.5 DRIKKEVANN I FLASKE ELLER ANNEN EMBALLASJE .....</b>	<b>26</b>
1.2 BRUK AV VEILEDEREN .....	5	<b>4.6 NØDVENDIG ANALYSEUTSTYR.....</b>	<b>26</b>
1.2.1 VEILEDERENS STATUS .....	5		
1.2.2 HVORDAN BRUKE VEILEDEREN .....	5		
1.3 DEFINISJONER .....	6		
<b><u>2. REGELVERK OG FORVALTNING .....</u></b>	<b>7</b>	<b><u>5. GENERELLE KRAV TIL PLANLEGGING OG UTFORMING .....</u></b>	<b>27</b>
2.1 FORVALTNINGSMYNDIGHETER.....	7	5.1 EKSEMPEL PÅ ET ANLEGG.....	27
2.2 REGELVERK.....	7	5.2 RETNINGSLINJER VED PLANLEGGING OG BYGGING AV DRIKKEVANNSANLEGG.....	28
2.2.1 DRIKKEVANNSFORSKRIFTEN .....	7	5.2.1 ERGONOMI .....	29
2.2.2 HELSE, MILJØ OG SIKKERHETSREGELVERKET (HMS-REGELVERKET).....	8	5.2.2 SIKRING MOT FEILHANDLINGER.....	29
2.2.3 FORSKRIFT OM DRIKKEVANN OG DRIKKE- VANNSANLEGG PÅ FLYTTBARE INNRETNINGER.....	9	5.2.3 KRAV TIL LAGERKAPASITET .....	30
2.2.4 MATLOVEN .....	9	5.2.4 HYGIENISKE BARRIERER - SIKRING MOT FORURENSNINGER .....	30
2.3 FOLKEHELSEINSTITUTTETS ROLLE .....	9	5.2.5 LOKALISERING, MERKING OG BESKYTTELSE AV UTSTYRET .....	31
2.3.1 VURDERING AV NYBYGG .....	9	5.2.6 PLASSERING AV PRØVEPUNKTER .....	31
2.3.2 SYSTEMREVISJON .....	10	5.2.7 MALINGER OG BESKYTTELSESBELEGG .....	31
2.3.3 VURDERING AV DRIKKEVANNSRAPPORTER.....	10	<b>5.3 OMBYGGING ELLER ENDRING AV DRIKKEVANNSANLEGGET .....</b>	<b>31</b>
2.3.4 SERTIFISERING AV PRODUKTER.....	10		
<b><u>3. STYRINGSSYSTEM .....</u></b>	<b>11</b>	<b><u>6. VANNPRODUKSJON .....</u></b>	<b>32</b>
3.1 DRIKKEVANNSDOKUMENTASJON.....	11	6.1 SJØVANNSINNTAK.....	32
3.2 OPPLÆRING .....	11	6.1.1 AKTUELLE FORURENSNINGSTRUSLER.....	32
3.3 VEDLIKEHOLDSSYSTEM.....	11	6.1.2 LOKALISERING AV SJØVANNSINNTAK.....	32
3.4 INNSAMLING, BEARBEIDING OG BRUK AV DATA.....	12	<b>6.2 EVAPORERING .....</b>	<b>33</b>
3.5 AVVIKSBEHANDLING .....	12	<b>6.3 OMVENDT OSMOSE .....</b>	<b>34</b>
3.6 BEREDSKAP.....	13	<b>6.4 KONTROLL AV SALTHOLDIGHET .....</b>	<b>35</b>
3.7 SYSTEMREVISJON.....	13	<b>6.5 KJEMIKALIEBRUK .....</b>	<b>35</b>
<b><u>4. VANNKVALITET .....</u></b>	<b>14</b>	<b><u>7 BUNKRING AV DRIKKEVANN .....</u></b>	<b>36</b>
4.1 DRIKKEVANN OG HELSE .....	14	7.1 TEKNISK UTFORMING AV BUNKRINGSANLEGG OG SIRKULASJONSSLØYFE .....	36
4.1.1 MIKROBER .....	14	<b>7.2 KRAV TIL DESINFISERING .....</b>	<b>38</b>
4.1.2 HELSESKADELIGE KJEMISKE STOFFER.....	15	7.2.1 MENGDESTYRT DOSERING .....	38
4.2 BRUKSMESSIGE KRAV .....	16	7.2.2 DOSERING MED MANUELT STYRT PUMPE.....	38
4.2.1 LUKT OG SMAK .....	16	<b>7.3 FREMGANGSMÅTE VED BUNKRING.....</b>	<b>38</b>
4.2.2 FARGET OG GRUMSET VANN.....	16	7.3.1 FØR BUNKRING.....	38
4.2.3 KORROSIVT VANN.....	17	7.3.2 UNDER BUNKRING.....	39
4.2.4 KLØE OG HUDIRRITASJON.....	18	7.3.3 ETTER BUNKRING.....	39
4.2.5 VANNTEMPERATUR .....	19	<b>7.4 JOURNALFØRING .....</b>	<b>39</b>

<b><u>8. VANNBEHANDLING FOR Å SIKRE VANNETS KVALITET</u></b> .....	<b>40</b>	<b>VEDLEGG 1 - SJEKKLISTE FOR DRIKKEVANNSANLEGG PÅ INNRETNINGER TIL SJØS</b> .....	<b>57</b>
<b>8.1 KORROSJONSKONTROLL</b> .....	<b>40</b>	<b>VEDLEGG 2 – SJEKKLISTE FOR STYRENDE DOKUMENTASJON FOR DRIKKEVANNSSYSTEMET (DRIKKEVANNSMANUAL)</b> .....	<b>61</b>
8.1.1 ALKALISERINGSFILTER.....	40	<b>VEDLEGG 3 – EKSEMPEL PÅ DAGLIG DRIKKEVANNSLOGG</b> .....	<b>63</b>
8.1.2 VANNGLASS.....	41	<b>VEDLEGG 4 - ANBEFALT ANALYSEPROGRAM OG KVALITETSKRAV</b> .....	<b>64</b>
<b>8.2 DESINFEKSJON VED KLORERING</b> .....	<b>41</b>	<b>VEDLEGG 5 – BUNKRINGSJOURNAL</b> .....	<b>66</b>
8.2.1 VANNKVALITETENS BETYDNING.....	42	<b>VEDLEGG 6 - ANBEFALT LISTE OVER KRAV TIL FORSYNINGSBASE OG FORSYNINGSBÅTER</b> .....	<b>67</b>
8.2.2 NATRIUMHYPOKLORITT .....	42	<b>VEDLEGG 7 – VEILEDNING I BAKTERIOLOGISK DRIKKEVANNSPRØVETAKING</b> .....	<b>68</b>
8.2.3 KALSIMUMHYPOKLORITT.....	43	<b>VEDLEGG 8 – VEILEDNING FYSISK/KJEMISK DRIKKEVANNSPRØVETAKING, INKLUDERT ÅRLIGE FYSISK/KJEMISKE DRIKKEVANNSANALYSER</b> .....	<b>69</b>
8.2.4 TEKNISK UTFORMING .....	43	<b>VEDLEGG 9 - FEILSØKING</b> .....	<b>70</b>
8.2.5 DRIFT OG VEDLIKEHOLD.....	44	<b>VEDLEGG 10 – EKSEMPEL PÅ PROSEDYRE FOR BUNKRING AV DRIKKEVANN</b> .....	<b>74</b>
<b>8.3 DESINFEKSJON VED UV-BESTRÅLING</b> .....	<b>44</b>	<b>VEDLEGG 11 - BEREGNINGER I FORBINDELSE MED KLORERING</b> .....	<b>75</b>
8.3.1 VANNKVALITETENS BETYDNING.....	44	<b>VEDLEGG 12 – RENGJØRING OG DESINFEKSJON AV LEDNINGSNETT</b> .....	<b>77</b>
8.3.2 TEKNISK UTFORMING, DIMENSJONERING OG TYPEGODKJENNING.....	45	<b>VEDLEGG 13 – RENGJØRING OG DESINFISERING AV DRIKKEVANNSTANKER</b> .....	<b>78</b>
8.3.3 DRIFT OG VEDLIKEHOLD.....	45		
<b>8.4 FILTRERING GJENNOM AKTIVERT KULL</b> .....	<b>47</b>		
<b><u>9. LAGERTANKER OG VANNFORSYNINGSNETT</u></b> .....	<b>48</b>		
<b>9.1 DRIKKEVANNSTANKER</b> .....	<b>48</b>		
9.1.1 LAGERKAPASITET .....	48		
9.1.2 UTFORMING OG LOKALISERING .....	49		
9.1.3 DRIFT OG VEDLIKEHOLD.....	50		
9.1.4 LUKT- OG SMAKSPROBLEMER ETTER PÅFØRING AV BESKYTTELSSESBELEGG .....	51		
<b>9.2 VANNFORSYNINGSNETT</b> .....	<b>51</b>		
9.2.1 TRYKKSETTING MED HYDROFORANLEGG ELLER DAGTANKER.....	51		
9.2.2 TRYKKSETTING MED PUMPER.....	52		
9.2.3 UTFORMING AV VANNFORSYNINGSNETT.....	52		
9.2.4 VARMTVANNSSYSTEMET.....	53		
9.2.5 RØRTYPER .....	53		
9.2.6 DRIFT OG VEDLIKEHOLD.....	54		
<b><u>10. SÆRSKILT OM VANNFORSYNING TIL TRYKKAMRE PÅ DYKKERFARTØYER (UTKAST)</u></b> .....	<b>55</b>		
<b>10.1 VANNANALYSER</b> .....	<b>55</b>		
<b>10.2 VANNPRODUKSJON</b> .....	<b>55</b>		
<b>10.3 TEKNISK UTFORMING</b> .....	<b>55</b>		
<b>10.4 VEDLIKEHOLD</b> .....	<b>56</b>		

## Forord

I drikkevannsarbeid kommer man i berøring med mange ulike fagfelt – miljørettet helsevern, ulike tekniske disipliner, jus og medisin er bare noen eksempler – og alle disse er ikke behandlet like dyptgående i denne veilederen. Kapittel 1-4 inneholder generell informasjon om regelverk, krav til styringssystemer og vannkvalitet. Kapittel 5-10 omhandler utforming, drift og vedlikehold av drikkevannssystemets ulike komponenter. Hovedmålene med veilederen er følgende:

- Å gi grunnleggende veiledning i hvilke hensyn som må tas ved planlegging og bygging av drikkevannsanlegg på nye innretninger, uten å komme inn på tekniske detaljløsninger.
- Å veilede fagpersonell som arbeider med drift, kontroll og vedlikehold i forhold til drikkevannsforsyning offshore, slik at de i fellesskap skal kunne sørge betryggende drikkevannsforsyning.

Folkehelseinstituttet takker for innspill til veilederen fra Ambio Ingeniørtjenester, ECT Offshore Service, Anne Nilsen Figenschou, Karl Olav Gjerstad, Helsetilsynet, Kjersti Høgestøl, Synne Kleiven, Olav Langhelle, Kyrre Loen, Mattilsynet, Ola Nøst, Einar Pettersen, Bjørn Steen og Sjøfartsdirektoratet. Vi retter en spesiell takk til Catrine Ahlén (SINTEF Helse) og Yvonne Putzig (E.C.T. Offshore Service) som velvillig og på oppdrag av Statoil, Norsk Hydro, Esso Norge og

Petroleumtilsynet, påtok seg ansvaret for å lage utkast til kapitlet om vannforsyning på dykkerfartøyer. Da denne delen av veilederen ikke har vært lagt ut tidligere, har dette kapitlet foreløpig kun status som utkast. Etter at eventuelle kommentarer er innarbeidet, vil også dette kapitlet få offisiell status.

Veilederen publiseres på Folkehelseinstituttets offshoresider: [www.fhi.no/offshore](http://www.fhi.no/offshore), og vil oppdateres i tråd med utvikling og erfaringer innen fagområdet. Innspill og kommentarer til mangler og forbedringsmuligheter vil bli satt pris på, og kan rettes til Bjørn Eivind Løfsgaard eller Eyvind Andersen ved Folkehelseinstituttet (e-post: [belo@fhi.no](mailto:belo@fhi.no) eller [eaan@fhi.no](mailto:eaan@fhi.no))

Denne veilederen samler Folkehelseinstituttets faglige råd til industrien, myndigheter og fagmiljø for øvrig, og på offshoreområdet erstatter den følgende veiledere i serien Drikkevann:

- B3 Teknisk utforming av drikkevannsanlegg offshore
- B5 Desinfeksjon av drikkevann
- C4 Drift, kontroll og vedlikehold av drikkevannsanlegg offshore
- G2 Kvalitetsnormer for drikkevann

Veilederen er utarbeidet av Eyvind Andersen og Bjørn Eivind Løfsgaard ved Nasjonalt folkehelseinstituttets Avdeling for vannhygiene.

Oslo, 20. desember 2004,

Truls Krogh  
Avdeling for vannhygiene  
Divisjon for miljømedisin  
Nasjonalt folkehelseinstitutt

## 1 Innledning

### 1.1 Nok, godt og sikkert drikkevann

Formålet med drikkevannsregelverket er å sikre at man alltid har tilgang til nok, godt og sikkert drikkevann. Filosofien bak regelverket er at når man velger gode vannkilder, bygger gode anlegg og har sikre rutiner for drift, kontroll og vedlikehold, får man godt drikkevann. Svikter ett av disse leddene reduseres denne tryggheten.

Kvalitetskravet er nøyere presisert i forskrift av 4. desember 2001 om vannforsyning og drikkevann § 12, som gjelder for all norsk drikkevannsforsyning: ”Drikkevann skal... være hygienisk betryggende, klart og uten framtreddende lukt, smak eller farge. Det skal ikke inneholde fysiske, kjemiske eller biologiske komponenter som kan medføre fare for helseskade i vanlig bruk.” Forskriftens § 14 krever at det skal være minst to hygieniske barrierer mot alle fysiske, kjemiske og mikrobiologiske forurensninger som kan tenkes å ramme drikkevannsforsyningen. Poenget med doble barrierer er at drikkevannet fortsatt skal være trygt selv om en barriere faller ut i en periode på grunn av menneskelig eller teknisk svikt.

Mange ulike faggrupper er involvert i drikkevannsarbeid på offshoreinnretninger. For å unngå problemer og misforståelser er det viktig at disse snakker ”samme språk” og har tilgang til relevant informasjon. Feil og mangler ved drikkevannsforsyning offshore skyldes oftest enten menneskelig svikt eller mangler ved driftssystemer. Bare sjelden er tekniske feil årsaken til at alvorlige problemer får utvikle seg. Selv de beste anlegg kan gi dårlig vann dersom de drives feil, mens et anlegg som teknisk sett er svakere kan levere trygt og godt drikkevann når det opereres av flinke fagfolk. Internkontroll, inkludert tilstrekkelige rutiner for opplæring og drift, er avgjørende for at anlegget over tid skal fungere tilfredsstillende.

### 1.2 Bruk av veilederen

Veilederen samler Folkehelseinstituttets veiledningsmaterieell for offshore drikkevannsforsyning i ett dokument. Veilederen skal kunne brukes i en rekke forskjellige sammenhenger. Noen ganger vil man ha bruk for hele veilederen, mens man andre

ganger kun vil ha behov for deler av veilederen eller bare bruke den som et oppslagsverk.

#### 1.2.1 Veilederens status

Det er i regelverket, se 2.2, man finner de krav man *må* forholde seg til ved utforming og drift av drikkevannsanlegg offshore. Denne veilederen er laget av Folkehelseinstituttet, og er faglig basert rådgivning som inneholder det vi anser som god praksis, basert på tilsynserfaringer, forskning og tilbakemeldinger fra offshoreindustrien etc.

Det vises til vårt veiledningsmaterieell som norm i kommentarer til HMS-regelverket når det gjelder bygging og drift av drikkevannsanlegg offshore. Med dette får våre råd om god praksis en viss status gjennom at de, uansett om man følger dem eller ikke, er med på å definere hvilket nivå de løsningene som velges må ligge på, se 2.2.2.

I veilederen har vi forsøkt å være påpasselige med kun å gjengi krav når dette følger av forskriftene, og ellers gi råd om hva vi anser for å være god praksis der regelverket ikke stiller klare krav eller åpner for bruk av ulike løsninger. I den grad det finnes steder i veilederen hvor innholdet oppfattes som krav som ikke er hjemlet i regelverket, ber vi om å få tilbakemeldinger på dette. Vi understreker derfor at eksempler på løsninger og vedlagte sjekklistene ikke må oppfattes som absolutte krav. Selskapene må bruke skjønn og tilpasse utstyr, driftsrutiner og tilsyn til den aktuelle virksomhet.

#### 1.2.2 Hvordan bruke veilederen

Veilederen, inkludert vedlegg, skal kunne brukes i en rekke sammenhenger, og bruken vil avhenge av de behov den enkelte bruker har:

- Ved bygging av nye innretninger og utforming av styringssystemer bør hele veilederen leses av de ansvarlige, da dette er nødvendig for å sikre at de beste løsningene velges. Dette gir de beste resultater over tid med hensyn til kvalitet, drift og kostnader. Bruk av sjekklisten for nybygg i vedlegg 1 og sjekklisten for styringssystemer i vedlegg 2 kan ikke erstatte det å sette seg inn i veilederen, men er ment til bruk i etterkant av utformingsprosessen for å sikre at de løsningene man velger er gode nok.

- Veilederen bør ellers brukes som et oppslagsverk man konsulterer under daglig drift når man trenger informasjon som ikke går fram av innretningens styringssystemer.
- Veilederen brukes også som pensum i drikkevannskurs for offshorepersonell.
- Veilederen vil kunne tjene som faglig veileder i spørsmål hvor tilsynspersonell må utvise skjønn i forvaltningen.

### 1.3 Definisjoner

**Driftsanalyser av drikkevann:** Innretningsinterne analyser som tas av drikkevannet som et ledd i den interne kontroll og justering av driften av drikkevannsanlegget, herunder analyser som tas i forbindelse med bunkring av drikkevann.

**Drikkevann:** Alle former for vann som enten ubehandlet eller etter behandling er bestemt til drikke, matlaging eller andre husholdningsformål uansett vannets opprinnelse, og uansett om det leveres gjennom distribusjonsnett, fra tankskip, i flaske eller annen emballasje, se drikkevannsforskriftens § 3.

**Enkel og utvidet rutinekontroll:** Rutinemessige analyser av vannprøver som sendes til akkreditert laboratorium i land, og som brukes for å dokumentere at driften av drikkevannsanlegget har vært tilfredsstillende, og eventuelt som grunnlag for å vurdere endringer i driften.

**Hygienisk barriere:** Naturlig eller tillaget fysisk eller kjemisk hindring, herunder tiltak for å fjerne, uskadeliggjøre eller drepe bakterier, virus, parasitter mv., og/eller fortenne, nedbryte eller fjerne kjemiske eller fysiske stoffer til et nivå hvor de aktuelle stoffene ikke lenger representerer noen helsemessig risiko, se drikkevannsforskriftens § 3.

**Hygienisk betryggende drikkevann:** Drikkevann som verken inneholder fysiske, kjemiske eller mikrobiologiske komponenter som på kort eller lang sikt kan medføre risiko for helseskade.

**Innretning:** Installasjon, anlegg og annet utstyr for petroleumsvirksomhet, likevel ikke forsynings- og hjelpefartøy eller skip som transporterer petroleum i bulk. Innretning omfatter også rørledning eller kabel når ikke annet er bestemt, se forskrift av 31. august 2001 om helse, miljø og

sikkerhet i petroleumsvirksomheten (rammeforskriften) § 4.

**Kontroll:** Undersøkelse av status i forhold til krav.

**Letter of Compliance (LOC):** Dokument utstedt av Sjøfartsdirektoratet som bekrefter at en utenlandsk registrert innretning oppfylder alle tekniske krav fastsatt av Sjøfartsdirektoratet med tilhørende kontrollorganer.

**Mikrober:** Mikroorganismer som bakterier, parasitter og sopp, samt virus.

**Operatør:** Den som på rettighetshavers vegne forestår den daglige ledelse av petroleumsvirksomheten, se rammeforskriftens § 4.

**Reaksjon:** Tilsynsetatenes tiltak overfor en virksomhet når avvik fra myndighetskrav er avdekket.

**Samsvarsuttalelse (SUT):** Veiledende uttalelse fra Petroleumstilsynet om at en flyttbar boreinnretnings tekniske tilstand, søkerens organisasjon og styringssystem er vurdert å være i samsvar med relevante krav i norsk sokkelregelverk.

**Tilsyn:** Tilsynsetatenes kontroll og eventuelle reaksjon.

**Vannforsyningssystem offshore (fig. 1.1):** Systemet består normalt av følgende elementer: Vannkilder, sjøvannsinntak, anlegg for vannproduksjon, bunkringsstasjon, vannbehandlingsanlegg, tanker, transportsystem og driftsrutiner. Vannforsyningssystemet omfatter også vannet.



Figur 1.1: Drikkevannsanlegg med evaporator, avleiringshemmertank, klortank, alkaliseringsfilter og UV-anlegg (Foto: Eyvind Andersen)

## 2. Regelverk og forvaltning

Regelverk og forvaltning for offshore drikkevannsforsyning kan umiddelbart virke innfløkt, da det er flere regelsett og myndigheter man må forholde seg til. Dette har historiske årsaker da man tidligere har hatt ett drikkevannsregelverk for vannverk på land og to ulike regelverk for offshoreinnretninger, avhengig av om disse ble definert som flyttbare eller faste. Med de reglene som gjelder i dag er det i praksis de samme bestemmelsene som gjelder for de ulike innretningene. Forskjellene med hensyn til forvaltning og tilsyn er derfor små. I tillegg utføres veiledning og kontroll for begge typer innretninger av de samme fagfolkene. Tabell 2.1 inneholder en oversikt over gjeldende regelverk og anbefalte normer.

### 2.1 Forvaltningsmyndigheter

Petroleumstilsynet, Statens forurensningstilsyn og Statens helsetilsyn, eller den de gir myndighet, fører tilsyn på sine respektive ansvarsområder med at kravene som er gitt i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen, blir etterlevd. Petroleumstilsynet koordinerer tilsynsaktivitetene på innretninger på kontinentalsokkelen. Helsetilsynet, ved Helsetilsynet i Rogaland, har tilsynet med helsemessige og hygieniske forhold. Mattilsynet er myndighet etter den nye Matloven, og da denne loven gjelder offshore, pågår det nå en prosess for å avklare hvordan Mattilsynets myndighet skal utøves offshore. Inntil dette er avklart gjennomføres tilsynet som før.

Enkelte flyttbare innretninger har maritime sertifikater. Sjøfartsdirektoratet utsteder og vedlikeholder slike sertifikater. Når en innretning med slike sertifikater skal delta i norsk petroleumsvirksomhet, aksepteres disse sertifikatene på sine områder som dokumentasjon på at også HMS-regelverkets krav er oppfylt.

Folkehelseinstituttet har ingen formell myndighet for drikkevann offshore. Instituttet har derimot fått oppdraget med å utføre kontrolldelen av drikkevannstilsynet på vegne av både Sjøfartsdirektoratet og Helsetilsynet. Formelle vedtak og reaksjoner fattes deretter av disse etatene på grunnlag av instituttets faglige råd.

### 2.2 Regelverk

Forskrift av 4. desember 2001 om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften) gjelder for innretninger som deltar i petroleumsvirksomheten, og gjelder fullt ut der det ikke er gitt særbestemmelser for drikkevann offshore. Særbestemmelser finnes i Forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten av 31. august 2001, som også gjelder på drikkevannsområdet. Disse bestemmelsene gjelder for alle innretninger som deltar i petroleumsvirksomhet på norsk sokkel. I tillegg finnes forskrift av 4. september 1987 om drikkevannsanlegg og drikkevannsforsyning på flyttbare innretninger, som gjelder for innretninger som har maritime sertifikater fra Sjøfartsdirektoratet. Matlovens bestemmelser om drikkevann gjelder også offshore. Lenker til de over nevnte forskriftene finnes på Folkehelseinstituttets offshore-sider: [www.fhi.no/offshore](http://www.fhi.no/offshore)

Etter Folkehelseinstituttets vurdering må de som opererer på norsk sokkel forholde seg til alle de over nevnte regelverkene. Dette bør likevel ikke skape problemer, da regelverkene i sin nåværende form ikke står i konflikt med hverandre, men snarere utfyller hverandre. På hver sine områder gir de til sammen grunnlag for å oppnå det overordnede målet om trygt og godt drikkevann i tilstrekkelige mengder, jamfør følgende hovedpunkter:

- Drikkevannsforskriften inneholder krav til vannkvalitet og analyser
- HMS-regelverket stiller generelle krav til utforming og drift av drikkevannsanlegg på offshoreinnretninger, og viser for øvrig til:
- Forskrift om drikkevannsanlegg og drikkevannsforsyning på flyttbare innretninger og til Folkehelseinstituttets veiledningsmateriell, som inneholder konkrete krav og anbefalinger til design og drift av drikkevannsanlegg

#### 2.2.1 Drikkevannsforskriften

Bestemmelsene i drikkevannsforskriften av 4. desember 2001 er i tråd med EUs regelverk for drikkevann. Forskriften gjelder også for innretninger som deltar i petroleumsvirksomheten på norsk sokkel, men den er generelt utformet og fanger derfor ikke opp alle de spesielle krav som bør stilles til drikkevannsforsyning offshore. Det

presiseres derfor i § 2 at drikkevannsforskriften viker for særbestemmelser for drikkevann i offshorerregelverket. Det er gitt mange slike særbestemmelser, men ikke når det gjelder krav til drikkevannskvalitet, drikkevannsanalyser og analyseprogram. På disse områdene må man derfor følge drikkevannsforskriftens bestemmelser. Folkehelseinstituttet har etter avtale med Helse-tilsynet laget et anbefalt analyseprogram for drikkevann på offshoreinnretninger, se avsnitt 4.3. Dette programmet er revidert etter innspill fra Mattilsynet, og er utformet for å være i tråd med drikkevannsforskriftens krav.

### 2.2.2 Helse, miljø og sikkerhetsregelverket (HMS-regelverket)

For innretninger som deltar i norsk petroleumsvirksomhet gjelder forskrift av 31. august 2001 om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten, med underliggende forskrifter. HMS-regelverket består av fem forskrifter; en overordnet rammeforskrift med underliggende forskrifter om styring, opplysningsplikt, innretninger og aktiviteter. Drikkevannsforsyning offshore skiller seg på flere områder fra hva som er vanlig på land, og HMS-regelverket gir hjemmel å stille offshorerrelevante drikkevannskrav som ikke framgår av drikkevannsforskriften.

HMS-regelverket inneholder generelle funksjonskrav, og stiller således ikke detaljkrav til utforming og drift. Men i kommentarene til regelverket er det henvist til ulike normer, og etter rammeforskriftens § 18 er disse normene bindende, slik at man enten må oppfylle normene, eller kunne dokumentere at de alternative løsningene som er valgt gir et minst like betryggende nivå. Hele HMS-regelverket gjelder for drikkevann, men ikke alt er like relevant. De viktigste punktene er:

- Den overordnede rammeforskriften er grunnleggende for HMS-arbeidet. Formålsparagrafen fastslår at et høyt HMS-nivå skal oppnås gjennom systematisk arbeid. Nivået skal hele tiden videreutvikles og forbedres. Kapittel III inneholder grunnleggende prinsipper som skal følges: Alle HMS-forhold ved virksomheten skal være forsvarlige, risiko skal reduseres i størst mulig grad, og organisasjon og kompetansenivå skal være tilstrekkelig til å etterleve regelverket.

- Styringsforskriften stiller viktige krav til designprosessen, blant annet om risikoreduksjon, barrierer, planlegging og analyser.
- Innretningsforskriften stiller generelle krav til utforming og utrustning av innretninger, blant annet om mest mulig sikker, ergonomisk, enkel og robust utforming. § 62 fastslår at utformingen av drikkevannsanlegget skal være slik at man får vann som tilfredsstillende kravene i aktivitetsforskriften og drikkevannsforskriften, men konkrete utformingskrav stilles ikke. I kommentarene til denne paragrafen vises det til at dersom man oppfylder de bestemmelsene som gjelder for flyttbare innretninger, vil innretningsforskriftens krav normalt også være oppfylt. Videre vises det til at man kan oppfylle forskriftens krav ved å følge NORSOK-standard nr P100 supplert med Folkehelseinstituttets veiledningsmateriell.
- Aktivitetsforskriften gjelder utføring av aktiviteter på innretninger, og § 11 omtaler næringsmidler og drikkevann. Det skal være nok vann av god kvalitet, og det vises her til drikkevannsforskriftens bestemmelser. I kommentarene til paragrafen vises det videre til at gjennom å oppfylle driftskravene i forskriften for flyttbare innretninger, vil normalt også aktivitetsforskriftens driftskrav være oppfylt. Det vises også til Folkehelseinstituttets veiledningsmateriell.

Både når det gjelder utforming og drift av drikkevannsanlegg er Forskrift om drikkevann og drikkevannsforsyning på flyttbare innretninger en anbefalt norm også i forhold til HMS-regelverket. Ved bruk av en slik norm kan man normalt legge til grunn at HMS-forskriftens krav er oppfylt. Dersom man velger andre løsninger, må man dokumentere at disse gir en minst like god standard. Det er også vist til Folkehelseinstituttets veiledningsmateriell som norm, men dette veiledningsmaterialet stiller ikke andre krav enn hva som følger av forskriften for flyttbare innretninger, men en del forhold blir utdypet og tydeliggjort i vårt veiledningsmateriell.



2.2.3 Forskrift om drikkevann og drikkevannsanlegg på flyttbare innretninger  
Sjøfartsdirektoratet utsteder sertifikater til norske flyttbare innretninger. Forskrift om drikkevannsanlegg og drikkevannsforsyning på flyttbare innretninger av 4. september 1987 stiller svært konkrete krav til utforming og drift av drikkevannsanlegg. Når det gjelder kvalitetskrav til vannet, viser også denne forskriften til at det skal være nok og godt drikkevann som tilfredsstillende drikkevannsforskriftens krav.

Når flyttbare innretninger skal arbeide på norsk sokkel, må reder dokumentere at innretningen også oppfyller kravene i HMS-forskriften. På drikkevannsområdet legges Sjøfartsdirektoratets sertifikater normalt til grunn som god nok dokumentasjon på at HMS-forskriftens krav er oppfylt.

#### 2.2.4 Matloven

Lov om matproduksjon og mattrygghet av 19. desember 2003 gjelder også for drikkevann offshore, se 2.1.

## 2.3 Folkehelseinstituttets rolle

Folkehelseinstituttet skal, etter avtaler med Helse-tilsynet og Sjøfartsdirektoratet, gi råd om forhold relatert til drikkevann og drikkevannsanlegg offshore, og instituttet gir også veiledning innen dette fagfeltet. I tillegg til generell rådgivning og veiledning overfor offshoreindustrien, består instituttets arbeid av følgende:

### 2.3.1 Vurdering av nybygg

Folkehelseinstituttet vurderer drikkevannssystem på nybygg (fig. 2.1). For å unngå at unødvendige og kostbare feil skal avdekkes seint i byggeprosessen, bør instituttet tas med i systemdiskusjoner så tidlig som mulig i designprosessen (konseptfasen) og gjennom oppfølging i byggeperioden. Folkehelseinstituttet anbefaler også at prosjektansvarlige bruker vår sjekkliste i vedlegg 1, for selv å vurdere om prosjektet er i tråd med normene.

Når innretningen nærmer seg ferdigstillelse foretas en sluttbefaring på verftet. Hvis prosessen før dette har vært god, har Folkehelseinstituttet normalt få anmerkninger, og kan raskt bekrefte overfor tilsynsmyndighet at Folkehelseinstituttet ikke har noen innvendinger til at systemet tas i bruk. Normalt foretas også et ettårstilsyn ombord på innretningen, for å følge opp at også driftssystemene fungerer tilfredsstillende.

Tabell 2.1: Regelverk og anbefalte normer for innretninger på norsk sokkel.

	<b>Faste innretninger</b>	<b>Flyttbare innretninger</b> registrert i norsk skipsregister og utenlandske innretninger med LOC*	<b>Flyttbare innretninger</b> registrert i utenlandsk skipsregister. Har svarsuttalelse (SUT)*
Matloven	Juridisk bindende		
Drikkevannsforskriften	Juridisk bindende		
HMS-regelverket	Juridisk bindende		
Forskrift om drikkevannsanlegg og drikkevannsforsyning på flyttbare innretninger	Anbefalt norm**	Juridisk bindende	Anbefalt norm**
Folkehelseinstituttets veiledningsmaterieell	Anbefalt norm**		
NORSOK P-100 system 53	Anbefalt norm**		

\* se 1.3

\*\* se rammeforskriften § 18, innretningsforskriften § 62 og aktivitetsforskriften § 11



Figur 2.1: Bilde av innretningen Navion Odin, tatt på verftet (Foto: Eyvind Andersen)

### 2.3.2 Systemrevisjon

Revisjoner gjennomføres med bakgrunn i risiko- og sårbarhetsanalyser. Relevant systemdokumentasjon sjekkes mot regelverkets krav. Det legges stor vekt på at internkontrollsystemene fanger opp og håndterer de problemer som eventuelt oppstår, og at det gjennomføres tiltak for å hindre at liknende problemer skal oppstå framover.

### 2.3.3 Vurdering av drikkevannsrapporter

Som et ledd i kontrollarbeidet ber Folkehelseinstituttet om jevnlig å få tilsendt drikkevannsrapporter for de ulike innretningene, som gjør det mulig å fange opp problemer også uten å besøke innretningen. Selskapet plikter å utarbeide og oversende slike rapporter, se rammeforskriftens § 17 og drikkevannsforskriftens § 7. Drikkevannsrapporter omfatter prøvesvarene fra de drikkevannsanalysene som er gjort ved akkreditert laboratorium.

Dersom det har vært avvik fra kravene til vannkvalitet, skal det i rapporten opplyses om hvilke korrigerende tiltak som er satt i verk. Rapporten skal også inneholde opplysninger om andre vesentlige forhold som har hatt betydning for sikkerhet og kvalitet i drikkevannsforsyningen.

### 2.3.4 Sertifisering av produkter

Maling og belegg kan forurense drikkevannet, se 9.1.4. For å hindre dette, typegodkjenner Folkehelseinstituttet slike stoffer til bruk innen drikkevannsforsyning offshore. Også vannbehandlingsprodukter skal av samme årsak typegodkjennes, og selv stoffer som ikke er i direkte kontakt med drikkevannet skal typegodkjennes dersom de ved lekkasjer, for eksempel fra varmemediet til en evaporator, kan komme inn i drikkevannssystemet. Sjøfartsdirektoratets regelverk stiller krav om bruk av ”sertifiserte” produkter, og vår typegodkjenningsordning faller inn under betegnelsen ”sertifisert” i henhold til dette regelverket.

Dersom typegodkjente produkter blir brukt i tråd med godkjenningvilkårene og leverandørens anbefalinger, er de helsemessig betryggende å bruke. Eksempler på vannbehandlingsprodukter som skal være sertifisert, er filtermassen i alkaliseringfilter, korrosjons- og avleiringshemmere i varmesløyfer, rengjøringsmidler, desinfeksjonsmidler, antifrostmidler og så videre. Slike stoffer skal kun anvendes i henhold til doseringskravene for det aktuelle stoffet. Vanligvis er det produsenten av stoffene som søker om slik sertifisering.

Typegodkjenning av UV-anlegg gjøres ved Folkehelseinstituttet for å sikre at anlegget har tilstrekkelig strålekapasitet. Anleggene er derfor godkjent med godkjenningvilkår: Maksimal vanngjennomstrømning, dårligste vannkvalitet og nødvendig vedlikehold. Følges ikke disse vilkårene, har man en falsk trygghet. Krav til UV-anlegg er nærmere beskrevet under 8.3.2.

Lister over typegodkjente vannbehandlingsprodukter, malinger, belegg og UV-anlegg finnes på Folkehelseinstituttets offshoresider:

[www.fhi.no/offshore](http://www.fhi.no/offshore)

### 3. Styringsystem

Rammeforskriftens § 13 fastslår at ”den ansvarlige skal etablere, følge opp og videreutvikle et styringssystem for å sikre etterlevelse av krav som er gitt i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen”. Styringssystemet for drikkevann er en del av dette, og vil måtte tilpasses den enkelte innretning og den enkelte organisasjon. Den ansvarlige skal selv følge opp hvordan styringssystemet fungerer, for eksempel ved systemrevisjoner.

Nivået for helse, miljø og sikkerhet som etableres gjennom styringssystemet, skal hele tiden være under kritisk vurdering. Nye erfaringer og vurderinger, endringer i regelverk, systemrevisjoner og annet gjør at styringssystemet kontinuerlig skal videreutvikles. Dette vil igjen føre til at nivået på drikkevannsforsyningen forbedres. Styringssystemet baseres på prinsippet om internkontroll, og det forutsettes at beredskapsplanlegging er en integrert del av systemet. Hovedpunkter for hva styringssystemet må dekke følger under.

#### 3.1 Drikkevannsdokumentasjon

Rammeforskriftens § 17 fastslår at ”materiale og opplysninger som er nødvendig for å kunne sikre og dokumentere at petroleumsvirksomheten planlegges og gjennomføres på en forsvarlig måte, skal utarbeides og oppbevares”. For drikkevannssystemer har det til nå vært vanlig å utarbeide en drikkevannsmanual som dekker hovedpunktene i dette dokumentasjonskravet.

Tradisjonelle drikkevannsmanualer er omfangsrike dokumenter som inneholder mesteparten av den informasjon som trengs for å drive systemet, men det finnes også manualer som er oversiktsdokumenter, og som inneholder henvisninger til andre dokumenter, prosedyrer og systemer hvor man finner detaljinformasjon. Utviklingen går i retning av at stadig mer av drikkevannsdokumentasjonen integreres i datasystemer for innretnings- eller selskapsintern dokumentasjon.

Begge disse måtene å utarbeide systemdokumentasjon på kan fungere godt. Det avgjørende er ikke hvordan dokumentasjonen er utformet, men at den faktisk blir brukt, at den er lett å oppdatere ved behov, og at det raskt går an å finne fram til all

relevant dokumentasjon, både under daglig drift og når det oppstår problemer som raskt må takles.

Men selv om dokumentasjonens form ikke er avgjørende, så er det likevel en rekke forhold som uansett må dokumenteres gjennom systemet. I vedlegg 2 finnes det en sjekkliste for hvilke typer opplysninger som bør inngå i drikkevannsdokumentasjonen som et minimum. Denne dokumentasjonen må også være organisert på en slik måte at man enkelt finner fram til de ulike dokumentasjonsdelene og kan sette dem sammen til en enhet.

#### 3.2 Opplæring

Rammeforskriftens § 10 fastslår at ”den ansvarlige skal sikre at alle som utfører arbeid for seg i petroleumsvirksomhet har kompetanse til å utføre det arbeidet de er satt til å gjøre, på en forsvarlig måte”.

Den ansvarlige avgjør selv hva som er tilstrekkelig opplæring når det gjelder drikkevann, sett i forhold til de oppgaver og ansvarsområder som de ulike personellgruppene har fått. Slik opplæring må gis før den enkelte overtar ansvaret for en oppgave. Den ansvarlige må ha rutiner for å sikre og dokumentere at nødvendig opplæring er gitt. Viktige elementer i så måte er stillingsbeskrivelser og graderte kunnskapskrav i stillingsprofiler for de forskjellige stillingskategoriene, samt opplæringsplaner og kursmatriser. Det finnes i dag ulike selskaper som tilbyr kurs i drikkevannsbehandling offshore. Den ansvarlige kan også selv velge å ta ansvaret for denne type opplæring, men må da kunne dokumentere at denne opplæringen er på et tilstrekkelig høyt faglig nivå.

#### 3.3 Vedlikeholdssystem

En rekke av systemkomponentene i et drikkevannssystem krever regelmessig vedlikehold for at anlegget skal fungere trygt over tid. Frekvens og omfang av dette vedlikeholdet er i noen tilfeller myndighetspålagt, som for eksempel kravet til årlig rengjøring og desinfeksjon av drikkevannstanker og ledningsnett (fig. 3.1). Andre er en følge av det generelle kravet til vedlikehold i aktivitets-

forskriftens kapittel IX. Der sier § 43 blant annet at ”innretningers systemer og utstyr skal klassifiseres med hensyn til de helse-, miljø- og sikkerhetsmessige konsekvensene av potensielle funksjonsfeil”, og at ”klassifiseringen skal legges til grunn ved valg av vedlikeholdsaktiviteter og vedlikeholdsfrekvens, og ved prioritering av ulike vedlikeholdsaktiviteter”.

Det må derfor utarbeides et vedlikeholdsprogram som beskriver omfang og frekvens av vedlikehold for innretningens drikkevannsutstyr, for eksempel evaporator, omvendt osmoseanlegg, alkaliseringsfilter, bunkringsstasjon, kloreringsanlegg, drikkevannstanker, UV-anlegg, måleinstrumenter, tilbakeslagsventiler, aktivt kullfilter, trykksettingssystemer og ledningsnett. Leverandøren av utstyret bør fremlegge dokumentasjon over hvilket vedlikehold som er nødvendig.

For hvert av elementene som inngår i vedlikeholdssystemet må det utarbeides en jobbeskrivelse. Av en slik beskrivelse bør det blant annet gå fram hvem som gjør jobben, nødvendige sikkerhetstiltak og en dekkende beskrivelse av hvordan jobben skal utføres i praksis.



Figur 3.1: Kravet til årlig tankvedlikehold er satt for å unngå tilstander som dette, hvor det nærmest er et gjørmelag i bunnen av tanken. Slike forhold må avviksbehandles (Foto: Bjørn Løfsgaard)

### 3.4 Innsamling, bearbeiding og bruk av data

Styringsforskriftens § 18 stiller krav om at den ansvarlige skal samle inn og bearbeide data, og disse dataene skal blant annet brukes til å:

- overvåke og kontrollere tekniske, operasjonelle og organisatoriske forhold
- utarbeide statistikk og lage databaser
- sette i verk korrigerende og forebyggende tiltak

I forbindelse med drikkevann tenker man her ofte først og fremst på de drikkevannsanalysene som gjøres, og disse analysene er selvsagt svært viktige. Men det er enda viktigere å samle inn data om kritiske driftsparametre, se krav til hygieniske barrierer under 5.2.4, samt om arbeid som utføres på drikkevannssystemet. Disse dataene er nødvendige for erfarings- og informasjonsoverføring mellom skift, og gir dessuten gode grunnlagsdata som blant annet gjør det mulig å oppdage feil og forandringer på et tidlig tidspunkt, mens vannanalyser først vil kunne dokumentere problemer i etterkant, se 4.3.

Den ansvarlige avgjør selv hvilken form datainnsamlingen skal ha og hvilke rutiner som må på plass for bruk av dataene, se egne krav og forskriftskrav. Eksempel på loggføring av daglige drikkevannsanalyser er gitt i vedlegg 3, og disse suppleres av loggføring som gjøres i forbindelse med bunkring, vedlikehold og drift ellers.

### 3.5 Avviksbehandling

Styringsforskriftens § 20 fastslår at ”den ansvarlige skal registrere og følge opp avvik fra krav i helse- miljø- og sikkerhetslovgivningen”. Det er ikke bare avvik fra konkrete krav i forskriften som skal følges opp på denne måten, men også interne krav og rutiner som er fastsatt for å nå forskriftens overordnede mål om styring. I § 20 heter det at ”avvik skal korrigeres, årsakene skal klarlegges, og korrigerende tiltak skal settes i verk for å hindre at avviket oppstår igjen”.

Folkehelseinstituttets erfaringer tilsier at selskapene til nå i liten grad har fulgt opp avvik fra drikkevannskrav på denne måten. Dårlig vannkvalitet og svikt i drikkevannsproduksjon oppfattes

sjelden som så alvorlig at dette følges opp gjennom de formelle kanalene for behandling av såkalte ”uønskede hendelser”. De fleste selskapene vil derfor måtte utbedre sine styringssystemer for drikkevann for å sikre en betryggende behandling av avvik i drikkevannsproduksjonen og avvik fra kvalitetskravene for drikkevann, på lik linje med andre avvik på innretningene. Det må dessuten fastsettes kriterier for hvilke drifts- og kvalitetsmessige forhold for øvrig som skal medføre avviksbehandling innen drikkevannsområdet.

### **3.6 Beredskap**

Svikt i en basisfunksjon som vannforsyning er svært alvorlig, og det fremgår av aktivitetsforskriftens § 64 at ”det skal utarbeides en strategi for beredskap mot fare- og ulykkessituasjoner”. Utgangspunktet for et slikt arbeid er risiko- og sårbarhetsanalyser. Slike analyser bør for drikkevann blant annet dekke følgende situasjoner:

- Utbrudd av vannbårne epidemier
- Kjemisk forurensning av drikkevannet som gjør det uegnet til bruk som drikkevann, for eksempel som følge av bunkring av dårlig vann, lekkasjer eller krysskopling av systemer

- Tilfeller hvor innretningen går tom for drikkevann på grunn av lekkasjer, feilhandlinger, teknisk svikt, uvær eller annet
- Svikt i desinfeksjonen og annet som setter tryggheten for godt drikkevann i fare

Med utgangspunkt i risiko- og sårbarhetsanalysene som gjøres ved den enkelte innretning, utarbeides så en beredskapsplan for hvordan man skal forholde seg til denne risikoen. Denne strategien vil ha som formål både å redusere risikoen for at slike problemer oppstår, og etablere rutiner for hvordan man takler problemer som på tross av dette oppstår.

### **3.7 Systemrevisjon**

Rammeforskriftens § 10 fastslår at ”Operatøren skal ha en organisasjon i Norge som på selvstendig grunnlag er i stand til å sikre at petroleumsvirksomhet gjennomføres i tråd med regelverket”. Operatøren må med andre ord ha en kompetent organisasjon som selv kan avdekke om styringssystemene er gode nok i forhold til drikkevannskvalitet og drikkevannsforsyning. Egne systemrevisjoner, både innretningsinterne og med fagpersonell fra den sentrale organisasjonen, er et nyttig virkemiddel i dette arbeidet.

## 4. Vannkvalitet

Drikkevann er vårt viktigste næringsmiddel, og brukes både til drikke og til matlaging. Dette vannet brukes også til personlig hygiene og til generell rengjøring, og for slikt vann gjelder de samme kvalitetskravene. Det er derfor viktig at man får nok vann og at vannet tilfredsstillende både bruks- og helsemessige krav (fig. 4.1). Disse hensyn overlapper ofte.

Vannbehandling omtales kapittel 8. Det er også viktig å etablere tilstrekkelige hygieniske barrierer for å sikre drikkevannets kvalitet, se 5.2.4.



Figur 4.1: Drikkevann er vårt viktigste næringsmiddel, og må behandles slik at det er hygienisk betryggende og tilfredsstillende å bruke (Foto: Lasse Farstad)

### 4.1 Drikkevann og helse

Rent drikkevann er helsebringende, men vann kan også inneholde helseskadelige faktorer som kan deles i to grupper:

1. Mikrober som forårsaker infeksjonssykdom eller matforgiftning, herunder bakterier, virus og parasitter
2. Organiske og uorganiske stoffer som kan forårsake helseskade, herunder akutt giftige stoffer, stoffer som kan hoppe seg opp i organismen og gi helseskade, kreftfremkallende stoffer og stoffer som kan fremkalle allergier

I tillegg er det også forhold som indirekte kan få helsemessig betydning. For eksempel er det vanskelig å få til en betryggende desinfeksjon med

klor eller UV-lys dersom vannet er misfarget eller inneholder mye partikler, se 4.2.2.

#### 4.1.1 Mikrober

Drikkevann skal ikke inneholde sykdomsfremkallende mikrober. Ved mistanke om smittespredning gjelder det å lokalisere smitekilden og å eliminere den raskt. For å kunne gjøre dette må man ha en beredskapsplan, se avsnitt 3.6. Tilstrekkelig sikkerhet mot svikt oppnår man bare ved å bygge gode drikkevannsanlegg og ha tilstrekkelig internkontroll, se 4.3.

Alt vann som drikkes offshore, skal være desinfisert, men mikrober kan likevel av og til forårsake problemer. En årsak til dette kan være svikt i desinfeksjonsprosessen, en annen at mikroberne tilføres eller blomstrer opp etter at vannet er desinfisert. Mennesker og dyr har imidlertid flere forsvarsmekanismer mot infeksjonssykdommer. Hvorvidt infeksjon vil inntreffe, avhenger blant annet av smittestoffets evne til å angripe og hvor stor mengde som inntas.

Infeksjonssykdommer er det største helseproblemet i forbindelse med vannforsyning. Forurensning med avføring fra mennesker og dyr er normalt kilden til slike infeksjoner, og avføring fra mennesker er spesielt farlig. De mest kjente vannrelaterte sykdommer har vært kolera, bakteriell dysenteri, salmonellose, tyfoidfieber og hepatitt A. I det siste har oppmerksomheten blitt rettet mot bakterier som *Yersinia enterocolitica* og *Campylobacter jejuni*, ulike typer virus som *Norovirus* (tidligere kalt Norwalkvirus), samt parasitter som *Giardia intestinalis* og *Cryptosporidium parvum*. Smitte fra disse fører til diaré med kraftige magesmerter. I den senere tid har man også blitt mer oppmerksomme på den faren som *Legionella pneumophila* medfører, se 4.2.5. Ved de epidemier eller tilløp til epidemier som er beskrevet i Norge, har det ofte vist seg at utbrudd skyldes sammentreff av flere uheldige omstendigheter. Det er all grunn til å være på vakt offshore, da teknisk og menneskelig svikt også inntreffer her.

Siden drikkevann benyttes ved tillaging av matvarer, kan mikrober i vannet også forårsake matbårne infeksjoner. Noen sykdomsfremkallende bakterier kan vokse i matvarer, og selv et fåtall bakter-

ier kan i løpet av kort tid under gunstige forhold vokse til så store konsentrasjoner at konsumentene blir syke. Enkelte matforgiftningsbakterier kan også produsere giftige stoffer, og noen av disse kan gi matforgiftning selv om maten er kokt/stekt og bakteriene dermed drept.

Det vil være en krevende jobb å analysere drikkevann for alle typer smittestoff som kan tenkes å smitte via vann, og dette gjøres heller ikke. I stedet analyserer man på ulike typer indikatororganismer, som er mikrober som finnes i store mengder i all avføring fra mennesker og dyr, og som overlever minst like lenge i vann som de aktuelle smittestoffene (fig. 4.2). Gruppen ”koliforme bakterier” brukes samlet som en indikator for avføringsforurensning, mens bakterien *E. coli* indikerer fersk avføring. Når man finner en indikatororganisme i vannet, er dette et tegn på at det også *kan* finnes sykdomsfremkallende organismer i det samme vannet. Man bør derfor rengjøre og desinfisere systemet, samt se på om det er mulig å forbedre tekniske systemer eller rutiner for å gjenopprette/styrke barrieren mot slike organismer.

Parameteren ”Kimtall 22 °C” brukes til å vurdere nivå av begroing i ledningsnett. Dermed er kimtall også en indikator på helsemessig betenkelige organismer som vokser i ledningsnettet, men som ikke fanges opp av andre indikatorparametre. Med kimtall under 100 per ml er man lite eksponert for disse organismene. Ved godt drevne anlegg vil det kunne oppnås kimtall lavere enn 10 per ml.



Figur 4.2: Fugler mellomander offshore, og noen hekker også på plattformer. De kan spre smitte, for eksempel via mangelfullt sikrede lufterventiler eller bunkringslanger (Foto: Bjørn Løfsgaard)

#### 4.1.2 Helsekadelige kjemiske stoffer

Drikkevann skal ikke inneholde helsekadelige mengder av kjemiske stoffer. Eksponering for stoff med skadelig potensial bør være så lav som mulig. Offshore kan slik forurensning skyldes utslipp av stoffer som siden når drikkevannssystemet gjennom ulike veier, eller uhell som kan oppstå i forbindelse med driften av innretningen, for eksempel innsug gjennom slangetilkoplinger. Man må også være kritisk til de materialer og tilsetningsstoffer som kommer i direkte kontakt med drikkevannet ved transport, lagring og behandling, eller som kan komme inn i drikkevannet ved lekkasjer og annet, se krav til sertifisering i 2.3.4.

Problemene med helsekadelige stoffer er sjelden knyttet til akutt forgiftning, men er først og fremst knyttet til stoffenes evne til å utløse helsekade på sikt grunnet eksponering for små mengder av stoffet over lang tid. Av spesiell betydning er stoffer som kan hope seg opp i organismen, fremkalle kreft eller utløse allergiske reaksjoner. Tungmetaller tilhører den førstnevnte gruppen. Skadene kan oppstå etter lang tid når bestemte kropps nivåer av metallet er nådd (kritisk dose). For slike stoffer er grenseverdien satt i forhold til et beregnet maksimalt akseptabelt daglig inntak (ADI) der man med god sikkerhetsmargin vil unngå å komme opp i helsekadelige nivåer i løpt av livet.

En del kjemiske stoffer er klassifisert som kreftfremkallende, og en rekke av disse har genskadelige virkning. For slike stoffer regner man ikke med at det foreligger noen terskel for effekt. Slike stoff bør ikke forekomme i drikkevann, men da det ofte ikke er mulig å unngå at rester av slike stoffer er til stede, har man i Norge satt en øvre grenseverdi basert på en akseptabel livstidsrisiko, og denne skal være lavere enn  $10^{-6}$ . Dette betyr at man aksepterer en risiko hvor færre enn én av en million mennesker som drikker to liter vann med maksimalt tillatt innhold av dette stoffet hver dag i 70 år, får kreft. I praksis blir risikoen for sykdom likevel langt lavere, da disse beregningene er gjort med god sikkerhetsmargin, samtidig som påviste konsentrasjoner av stoffene i vannet kun unntaksvis er nær grenseverdiene. Risikoen reduseres ytterligere ved at det er sjeldent at noen drikker av samme vannkilde hele livet.

Desinfeksjon er avgjørende for å sikre trygt drikkevann, men ulike desinfeksjonsmetoder kan

medføre at det blir dannet desinfeksjonsbiprodukter. De klordoser som brukes i Norge medfører ingen helserisiko i seg selv, men det har vært diskusjon omkring hvorvidt det kan bli dannet helseskadelige mengder av *kloreringsbiprodukter*. Vi kan ikke nå komme med noen endelig konklusjon i disse spørsmålene, men en forutsetning for at slike stoff skal bli dannet, er at vannet inneholder organiske stoff som for eksempel humus, se 4.2.2. Vann som produseres offshore inneholder knapt noe humus. Dersom vann som bunkres fra land har lavt fargetall (fargetall under 20 mg Pt/l), og kloreres med så lave klormengder som anvendes på norsk sokkel, kan man være trygg på at mengden kloreringsbiprodukter blir ubetydelig. Livstidsrisikoen i slike tilfeller blir langt lavere enn grensen for akseptabel livstidsrisiko.

## 4.2 Bruksmessige krav

Drikkevannet skal være bruksmessig tilfredstillende. Ifølge drikkevannsforskriften skal drikkevann være klart, uten fremtredende lukt, smak eller farge, og vannet skal ikke være korrosivt.

### 4.2.1 Lukt og smak

Drikkevann skal være uten fremtredende lukt og smak. En viktig begrunnelse for krav til lukt og smak, er at ubehagelig lukt og smak kan være et tegn på at vannet inneholder *andre* typer forurensning. Dårlig lukt og smak er dermed en indikator som gjør at man må sette i verk tiltak for å finne årsaken til og rette opp problemet. Det er også uheldig at dårlig lukt og smak vil føre til at besetningen drikker alternative typer drikke som er mindre gunstige helsemessig.

Dårlig lukt og smak på drikkevannet kan skyldes forhold både på og utenfor innretningen, og lukt og smak blir tydeligere jo varmere vannet er. Hvis tanker og ledningsnett inneholder mye humus eller andre typer organisk materiale, kan man få oppvekst av mikroorganismer som forårsaker lukt- og smaksproblemer. Dette kan skyldes at organismene utskiller lukt- og smakskomponenter, eller at det blir "råtten" lukt når de dør og går i oppløsning. Høyt humusinnhold kan alene gi "myrsmak" på vannet. Da klor reagerer med humus og danner nye forbindelser med sterk lukt og smak, vil klorering av slikt vann forsterke problemene.

Mikroorganismer som finnes i sjøvann, kan i perioder også forekomme i store mengder og utskille lukt- og smaksforbindelser som passerer produksjonsanlegget for drikkevann. Alger kan også skille ut organiske stoffer som i seg selv ikke lukter vondt, men som danner illeluktende stoffer etter kontakt med klor eller UV-bestråling i et desinfeksjonsanlegg. Det samme kan skje når råvannet inneholder andre typer organisk stoff.

En rekke kjemikalier, for eksempel fenoler, diesel og mineraloljer, kan selv i små mengder gi ubehagelig lukt og smak på vannet. En vanlig årsak til lukt- og smaksproblemer offshore er bruk av malinger/belegg i drikkevannstanker uten at man har oppfylt kravene til herdetemperatur eller påføringstykkelse, se 9.1.4. Høye konsentrasjoner av klorid og sulfat, for eksempel som følge av sjøvannspåvirkning, kan forårsake saltsmak på vannet. Metaller som jern, sink og kopper utløst fra ledningsnett og husholdningsinstallasjoner kan også gi ubehagelig smak på vannet. Vannbehandling for å fjerne lukt og smak omtales under 8.4.

### 4.2.2 Farget og grumset vann

Partikler i vannet (turbiditet) vil kunne innkapsle mikrober og føre til at disse ikke blir inaktivert av ultrafiolett bestråling eller klor. Slike partikler og visse oppløste stoffer (som humus), kan absorbere UV-lys, og dårlig lysintensitet reduserer effekten av UV-anlegget. Høyt innhold av organisk materiale vil også medføre høyt klorforbruk, noe som ikke er ønskelig av bruksmessige grunner, se 4.2.1. Organisk stoff er videre næring for ulike mikroorganismer som lever i ledningsnettet (biofilm), og enkelte av disse organismene kan være helsemessig betenkelige, for eksempel *Legionella pneumoniae* som kan gi legionærsykdom, se 4.2.5.

Generelt er vann som produseres offshore nesten fritt for partikler. Grensen for turbiditet på < 1,0 FNU er normalt lett å overholde. Men dersom det er korrosjon på rørledningsnettet, kan rustpartikler løsne fra rørveggene og ledes ut til forbrukerne. Hvis det er bakterievekst i systemet, kan det tilsvarende skje med organiske partikler, og da gjerne i perioder med uvær, høyt vannforbruk eller liknende. Vann som bunkres, kan ha et forholdsvis høyt innhold av partikler, avhengig av kvaliteten på vannkilden i land. Partikkelinnholdet vil da ofte være sesongbetont. Vann som leveres fra forsyningsfartøyer eller vannverk på land kan



ha synlig turbiditet, og slikt vann bør avvises ved bunkring. Turbiditetsproblemer kan forhindres ved bruk av partikkelfilter, se 8.3.5.

Enkelte vannverk på land har overflatevannkilder der humusinnholdet er så høyt at vannet har en synlig gulbrun farge. Noen slike vannverk leverer vann til offshoreinnretninger, og slikt vann bør avvises ved bunkring.

#### 4.2.3 Korrosivt vann

Med korrosivt vann menes vann som tærer på ledningsnett, armatur og diverse installasjoner som er koplet på ledningsnettet. Ubehandlet drikkevann tærer på de fleste metalloverflater som ikke er av syrefast stål eller titan. Det vil alltid være noe korrosjon i et drikkevannsanlegg, men det er viktig at den holdes på at så lavt nivå som mulig. Da unngår man at korrosjonen fører til uønsket vannkvalitet, eller at hele eller deler av drikkevannsanlegget må byttes ut før innretningens levetid er over. Korrosjon kan ha helsemessige konsekvenser, da for eksempel tungmetaller som bly og kadmium kan bli utløst fra ledningsnett og armatur der slike stoffer inngår i metallegeringen. Kortvarig utspyling av henstandsvann i armaturer og kopperrør før det tappes drikkevann, senker innholdet av eventuelle tungmetaller. Korrosivt vann gir også økte driftskostnader, da mer arbeid med utspyling og rengjøring av ledningsnettet blir nødvendig.

Korrosjonen skyldes et komplekst forhold mellom pH-verdi, karbondioksidinnhold, oksygeninnhold, hardhet (vesentlig bestemt av kalsium og magnes-

ium), alkalitet (syrenøytraliserende evne, oftest bestemt av hydrogenkarbonatinnholdet) og temperatur. Høyt innhold av ioner som klorid og sulfat vil også kunne øke korrosjonen. Når pH-verdien er lavere enn 7 betegnes vannet som surt og vil tære på de fleste metaller. Ved svært høye pH-verdier (> 9,5) vil vannet også være korrosivt med hensyn til visse metaller. En pH på ca 8 er normalt gunstig. Høye nivåer av jern, kopper eller sink er vannkvalitetsparametre som viser at man har et korrosjonsproblem. I tabell 4.1 beskrives gunstig vannkvalitet i forhold til korrosjon.

Vann fra norske vannverk på land er ofte fra overflatevannkilder hvor vannet er surt og saltfattig, har lavt kalsiuminnhold og lav alkalitet. Slikt vann vil være korrosivt overfor en rekke materialer. Vann som produseres offshore er enda surere, har lavere kalsiuminnhold, lavere alkalitet og vann fra omvendt osmoseanlegg kan også inneholde relativt mye salt. Slikt vann bør behandles, se 8.1.

Organisk slam i ledningsnett kan føre til groptæring ved at det dannes flekkvis belegg på metall-overflaten. Under belegget vil oksygeninnholdet være lavere på grunn av mikroorganismers oksygenforbruk, og forskjellen i oksygenkonsentrasjon gjør at elektroner går fra områder med belegg til områder uten belegg. Dermed frigjøres metall til vannet i form av ioner under belegget og det dannes en grop i metallet. Det er hovedsakelig jern- og kopperrør som er utsatt for groptæring, og offshore er de innretninger som baserer sin vannforsyning på bunkringsvann mest utsatt.

Tabell 4.1: Ulike typer korrosjon forhindres best ved å holde vannkvaliteten innen disse verdiene.

Materialer	Kritiske parametre	Optimale verdier
Jern og stål*	pH Alkalitet Kalsium Klorid Sulfat	7,0 – 8,5 0,6-1,0 mmol/l >15 mg/l lavest mulig lavest mulig
Galvanisert jern	pH Alkalitet Klorid Sulfat	>7,0 >0,6 mmol/l lavest mulig lavest mulig
Kopper	pH Klorid Sulfat Alkalitet	>8,0 lavest mulig lavest mulig 1-2 mmol/l

\* syrefritt og rustfritt stål korroderer ikke ved normal vannkvalitet

Korrosjonsbiprodukter kan gjøre rørene så gjen-grodd at vannføringen reduseres, og dessuten føre til grumset vann, se 4.2.2. I drikkevannsledninger av jern og stål kan det dannes rustknoller, noe som har vært et problem på enkelte eldre innretninger da dette hindrer vanngjennomstrømning i røret (fig. 4.3). De dannes ved at bakteriene omdanner jern, som er oppløst i vannet fra korrosjon andre steder i anlegget, tilbake til fast jern og til slutt danner en rustknoll. Rustknollen er innhul og kan brette i stykker ved større forandringer i vannets strømningshastighet og -retning.



Figur 4.3: Rustknoller kan gi dårlig vann og føre til gjentetting av rør (Foto: Eyvind Andersen)

Jern og kopper kan også gi andre problemer:

- Høyt jerninnhold kan gi grumset og rødbrunt vann. Armatur, vasker, badekar og toalett-skåler kan bli rustfarget. Henstandsvann kan få en uønsket smak, og hvitvasken kan få brunrøde flekker på grunn av jernutfelling.
- Høyt kopperinnhold kan gi dårlig smak, spesielt om morgenen og når vannet ellers har stått lang tid i ledningsnett. Ved svært høye konsentrasjoner kan man få mageproblemer. Høyt kopperinnhold kan også føre til misfarging av sanitærutstyr og hår, se 4.2.2.

Dersom det benyttes metallrør av god kvalitet, og vannet blir behandlet slik at det tærer minst mulig på drikkevannssystemet, vil vanligvis

hovedkomponentene i anlegget vare ut innretningens levetid. Dessverre har det vært flere eksempler der man har måttet bytte ut hele eller store deler av distribusjonsnett på grunn av korrosjon, med ikke ubetydelige kostnader. Drikkevannsrør kan også springe lekk på grunn av korrosjon, og da slike rør ofte er skjult inne i veggen, kan vannskadene bli store før de oppdages. Arbeid med korrosjonskontroll omtales i 8.1.

#### 4.2.4 Kløe og hudirritasjon

Enkelte plages av kløe og annen hudirritasjon offshore. Dette settes av og til i forbindelse med dusjing, gjerne ved at man er skeptiske til vannbehandlingsmetodene som brukes (klorering, alkalisering, omvendt osmoseanlegg etc.). Slike symptomer er det alltid vanskelig å finne årsakene til. Videre er det slik at enkelte personer kan oppleve problemer med vannet et sted og ikke et annet, mens for andre er det stikk motsatt.

Det er svært mange komponenter, både vannrelaterte og andre, som kan tenkes å bidra til at problemer oppstår. Dersom man mener at problemene virkelig skyldes dusjing og ikke andre årsaker, er mulige årsaker og tiltak listet under, men det er ennå mye som er ukjent om årsakene til disse problemene:

- En viktig årsak til at noen får problemer, er at de dusjer for ofte og bruker såper som fjerner hudens beskyttende fettlag. Det er også mulig at enkelte dusjer oftere offshore enn de gjør hjemme. Hvis man har slike problemer, bør man unngå å dusje hver dag, og man bør ikke bruke såpe hver gang. Bruk av hudkrem etter dusjing vil kunne redusere problemene.
- Enkelte har symptomer om vinteren selv om de ikke dusjer ofte. Årsaken er mest sannsynlig kuldeeksem som oppstår når fettlaget i huden er vasket bort. Bruk av hudkrem etter dusjing vil kunne redusere problemene.
- Det kan også være at det er såpen man reagerer på. Hvis man opplever kløe og irritasjon, bør man derfor gå over til å bruke mildere såper eller andre hudvennlige vaskemidler. Bruk av dusjølje i stedet for såpe har noen steder gitt gode resultater.
- Selv om vannkvaliteten normalt ikke er årsak til hudkløe, finnes det enkelte mikroorganismer som kan leve i vannledningsnett, og som

kan inneholde eller skille ut stoffer som enkelte reagerer på. Årlig desinfeksjon av kaldtvannsledningsnett er et forebyggende vedlikeholdstiltak som kan bidra til å holde slike organismer i sjakk. Enkelte organismer kan også leve i varmtvannsledningsnett, og det bør vurderes om årlig desinfeksjon av varmtvannssystemet kan kombineres med desinfeksjonen av kaldtvannssystemet. Hvis man vil undersøke om det er potensial for slike organismer, kan man ta en prøve av varmtvannet, og la et laboratorium undersøke 37 °C kimtall (dyrket i kimtallsmedium som er fortynt 1:25, se metode beskrevet i NS 4791 fra 1990; for å få fram bakterien *Termus*, må platene inkuberes ved 70 °C). Dette kimtallet vil normalt være lavere enn 20 per ml. Det er likevel svært lite sannsynlig at hudreaksjoner kan oppstå ved kimtall som er lavere enn 1000 per ml.

- Vannets hardhet påvirker også hvordan hud oppleves etter dusjing. Dusjing i "bløtt" vann gjør at huden føles utørr/såpete etter dusjing, mens dusjing i "hardt" vann fører til at huden virker tørr/ru etter dusjing. De som er vant med "hardt" vann vil reagere på "bløtt" vann og omvendt, da de ikke er forberedt på dette. I Norge er vannet de fleste steder "bløtt", mens alkalisering/oppherdning av vannet bidrar til å øke hardheten, se 4.2.3.
- Det er ikke kjent at noen av de vannbehandlingsmetodene som anvendes offshore vil kunne forårsake kløe eller hudreaksjoner under normal drift. Verken riktig klorering eller alkalisering kan gi opphav til hudproblemer.

#### 4.2.5 Vanntemperatur

Temperaturen på kaldtvannet bør holdes under 20 °C for å unngå å legge forholdene til rette for oppvekst av uønskede mikroorganismer. Kaldt vann smaker dessuten bedre enn lunkent vann, se 4.2.1, og man bør derfor forsøke å holde temperaturen på kaldtvannet så lav som mulig. Tilgang på friskt og kaldt vann, gjerne via drikkevannsdispensere koplet på innretningens eget vannnett, vil øke sjansen for at mannskapet drikker vann i stedet for andre alternativer som både er dyrere og mindre gunstige helsemessig.

Temperaturen på varmtvannet må være høy nok til at man unngår oppvekst av uønskede mikro-

ber, spesielt *Legionella*. Dersom man puster inn aerosoler (ørsmå vandrdåper) i forbindelse med dusjing, ved at man puster inn utslippsluft fra enkelte luftkondisjoneringsanlegg eller liknende, kan man under uheldige omstendigheter smittes av legionærsykdom. Denne sykdommen gir en alvorlig lungebetennelse, og oftest dør mellom 10 og 25 % av de som blir smittet. Varmtvannstemperaturen etter ett minutts spyling bør derfor ikke ligge under 55 °C noe sted på innretningen.

Legionellaoppvekst skjer normalt i vannsystemer hvor temperaturen ligger på mellom 20 og 50 °C, og hvor man mangler rutiner for jevnlig desinfeksjon, se 9.2.6. For å sikre at man ikke får slik oppvekst bør kaldtvannstemperaturen holdes under 20 °C, mens temperaturen på varmtvannssystemet holdes over 55 °C selv på det kaldeste stedet i ledningsnett. Normalt bør temperaturen i varmtvannsberederen være ca 70 °C (fig. 4.4). Dersom blandebatteriene i dusjene er innstilt slik at det er umulig å få varmet vannet i dusjslange og dusjhode, bør disse jevnlig skrus av og desinfiseres i en bøtte med klorløsning.



Figur 4.4: Ved å holde varmtvannstemperaturen høy nok, unngås oppvekst av *Legionella* (Foto: Eyvind Andersen)

### 4.3 Kvalitetskrav

Det er en vanlig misforståelse at vannanalyser sikrer at kvaliteten på drikkevannet er god nok. Det er kun ved å bygge gode drikkevannsanlegg og ha tilstrekkelig internkontroll at man kan være trygg på dette. Analyser utføres på noen få liter vann årlig, og kan først i etterkant dokumentere om drikkevannskvaliteten har vært god eller dårlig. Gjennom å avdekke teknisk svikt og mangler i internkontrollen er likevel vannanalyser et svært viktig redskap, og de medvirker til at vannkvaliteten forblir god og at feil og mangler oppdages og kan korrigeres så tidlig som mulig.

For å dokumentere at drikkevannet er godt nok, angir drikkevannsforskriften en rekke måleparametre som må analyseres. Noen grenseverdier er satt fordi en overskridelse av verdien medfører helsefare på kort eller lang sikt, eller fordi en overskridelse medfører at vannkvaliteten er så dårlig at vannet av bruksmessige årsaker ikke er egnet som drikkevann. Overskridelse av andre grenseverdier er ikke helsefarlig i seg selv, men betyr at vannet kan inneholde *andre* komponenter som kan medføre helsefare. Noen grenseverdier er også satt fordi de viser at vannverket drives feil, eller at vannkvaliteten er så dårlig at det ikke er mulig å garantere trygt drikkevann.

Drikkevannsforskriften gjelder også offshore, og inneholder totalt 58 ulike måleparametre. Bortsett fra de parametrene som kun gjelder for flaskevann, skal vannverket i utgangspunktet analysere på nesten alle disse minst en gang i året, og flere av parametrene skal det analyseres på månedlig eller oftere. Tilsynsmyndigheten for vannverket kan imidlertid for bestemte tidsrom bestemme at man ikke trenger å analysere på en gitt parameter, under forutsetning av at vannverkseier kan dokumentere at det er usannsynlig at grenseverdien vil overskrides.

Vannverk på offshoreinnretninger skiller seg på flere områder fra vannverk på land, blant annet ved at mange av dem produserer sitt eget drikkevann med sjøvann som råvann. I den grad de får levert vann fra land, kommer dette fra godkjente vannverk som har egne kontrollrutiner. Dermed er det usannsynlig at en del typer forurensning vil opptre offshore, mens spesielle offshoreforhold gjør at andre typer forurensning kan komme

i tillegg. Folkehelseinstituttet har etter avtale med Helsetilsynet og etter innspill fra Mattilsynet laget et anbefalt analyseprogram for drikkevann på offshoreinnretninger som oppfyller drikkevannsforskriftens krav, se anbefalinger for månedlige og årlige drikkevannsanalyser i vedlegg 4. Helsetilsynet anbefaler at programmet brukes fram til 2007, og vil deretter vurdere om antallet parametre skal endres. Programmet må suppleres med andre analyseparametre ved mistanke om forurensning.

I det følgende kommenteres parametrenes grenseverdi og betydning. Kvalitetskrav fremgår også av vedlegg 4. Overskrides grenseverdier, må det gjennomføres tiltak for å finne årsaken og gjenopprette normal vannkvalitet.

#### 4.3.1 Daglige driftsanalyser

Daglig skal vannkvaliteten om bord testes og journalføres. Resultatene brukes for å vurdere om det er forhold ved driften av anlegget som bør justeres. Følgende parametre inngår:

**Lukt:** Skal ikke være framtreddende. Dårlig lukt kan være et tegn på mange forskjellige typer forurensning, for eksempel klor/klorforbindelser, flyktige stoffer produsert av alger, kjemikalier, hydrogensulfidgass (råtten lukt), metaller, salter, jord, myr etc. Etter klorering må det imidlertid påregnes å kjenne en svak lukt av klor. Se også avsnitt 4.2.1.

**Smak:** Skal ikke være framtreddende. Dårlig smak kan være et tegn på mange forskjellige typer forurensning, se forrige punkt om lukt.

**Utseende:** Skal være klart og uten misfarging. Uklart vann kan være et tegn på ulike typer forurensning, og kan dessuten sette desinfeksjonseffektiviteten i fare, se avsnitt 4.2.2.

**pH-verdi:** Skal ligge mellom 6,5 og 9,5. Korrosjon unngås best dersom pH-verdien holdes mellom 8 og 8,5. Da klor fungerer best ved pH-verdi under 8, bør klorering fortrinnsvis skje før alkalisering. Mindre overskridelser av grenseverdi for pH medfører ikke helsefare, men dersom pH-verdien passerer 11, kan dette medføre eteskade, først og fremst på øyne, eller hudirritasjon. Se også under 4.2.3.

**Konduktivitet, se 6.4:** Det skal ikke være unormale konduktivitetsverdier på innretningen. Da konduktiviteten varierer i ulike typer vann, stilles det ulike krav til konduktivitet etter hvordan vannet er produsert og hvor i drikkevannssystemet man befinner seg.

For innretninger som produserer vann, vil konduktivitet ut fra produksjonsanlegg være en indikator på om anlegget fungerer. Ut fra en evaporator skal ikke konduktivitet være høyere enn 6 mS/m, og moderne evaporatorer vil oftest produsere vann med konduktivitet under 1 mS/m. Ut fra et omvendt osmoseanlegg aksepteres vann med konduktivitet på opptil 75 mS/m, men også her vil moderne anlegg produsere vann med langt lavere konduktivitet. Vann med unormalt høy konduktivitet må dumpes.

Når vann passerer et alkaliseringsfilter, vil konduktiviteten øke noe. Hvor mye avhenger av typen alkaliseringsanlegg, og det er her viktig å passe på at konduktiviteten ikke har unormale svingninger, da dette kan være et tegn på at drikkevannet er blitt forurenset av sjøvann. Årsaken til svingninger må derfor finnes. Høy konduktivitet offshore skyldes høyt innhold av sjøsalter, og helsevirkninger er omtalt for natrium, se 4.3.4.

**Fritt klor:** Dersom klorering er den eneste desinfeksjonsmetoden for vann som ledes ut på drikkevannsnettet, skal det alltid være fritt klor i vannet. Vannet trenger ikke å inneholde fritt klor når det ledes ut på nettet dersom vannet i stedet passerer et UV-anlegg. I slike tilfeller trenger man selvsagt ikke å gjøre daglige kloranalyser.

Verdiene for fritt klor skal ligge mellom 0,05 og 0,5 milligram per liter (tilsvarer ppm, parts per million). Folkehelseinstituttet anbefaler likevel å holde klornivået over 0,1 mg/l, da lavere verdier kan være vanskelig å påvise med de målemetodene som brukes offshore. Påvises ikke fritt klor har desinfeksjonsrutinene sviktet. Man må da straks gjennomføre tiltak for å hindre smitte, og man må også hindre at liknende situasjoner gjentar seg i fremtiden.

Den anbefalte høyeste grenseverdien på 0,5 mg/l er satt for å hindre at vannet skal lukte og smake av klor. Det er ikke helsefarlig å bruke vann med

noe høyere klorverdiene; Verdens helseorganisasjon tillater opp til 5 mg/l, men man bør i slike tilfeller informere besetningen om at vannet kan komme til å lukte og smake av klor.

**Total klor:** Skal være under 5 mg/l når vannet skal brukes som drikkevann. Vann med så høy verdi for total klor vil imidlertid lukte og smake sterkt av klor, og klortilsetning på 5 mg/l bør derfor bare brukes i forbindelse med desinfisering av ledningsnett, se 9.2.6, da drikkevannsforskriftens krav til lukt og smak ikke er oppfylt. Under vanlig drift av drikkevannsanlegget bør ikke den totale klormengden overstige 1,0 mg/l, med mindre dette i spesielle tilfeller er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig restklor.

#### 4.3.2 Analyser ved bunkring

Test vannkvaliteten i hver av tankene som forsyningsfartøyet leverer vann fra. Eksempel på bunkringsskjema finnes i vedlegg 5. Før vannet aksepteres, må følgende parametre testes og være tilfredsstillende:

**Lukt, smak, utseende og pH:** Se 4.3.1.

**Konduktivitet:** Konduktiviteten til vann som mottas offshore må ikke være nevneverdig høyere enn den som vannet hadde ved leverende vannverk på land. Vanligvis har vann fra norske vannverk en konduktivitet på under 10 mS/m. Flere norske vannverk behandler vannet med alkaliske filter, slik at det får konduktivitet mellom 10 og 15 mS/m, og dette vannet kan i slike tilfeller tas om bord. Hovedpoenget er at konduktiviteten ikke skal ha økt vesentlig siden vannet ble levert fra vannverket. Avklaring av vannverkets normale konduktivitetsverdier bør gjøres med vannverket/ forsyningsbasen når kontrakt om kjøp av vann inngås, se vedlegg 6.

**Fritt klor:** 30 minutter etter avsluttet bunkring skal det påvises fritt klor, se avsnitt 4.3.1.

#### 4.3.3 Enkel månedlig rutinekontroll

Hver måned skal det sendes prøver av vannet som leveres på nettet, til akkreditert laboratorium. Veiledning i vannprøvetaking finnes i vedlegg 7 og 8. Feilsøkingsskjema for vanlige avvik i drikkevannskvalitet finnes i vedlegg 9. Det skal tas nok samtidige vannprøver ulike steder i systemet, for å få et godt bilde av tilstanden. Utover dette må man ta driftsanalyser, slik at man kan kontrollere og justere driften. Slike analyser trenger ikke nødvendigvis gjøres ved akkreditert laboratorium. Det vil likevel ofte være hensiktsmessig å foreta mange av driftsanalysene samtidig med de månedlige drikkevannsanalysene, og analysere disse samlet ved akkreditert laboratorium.

Et mulig minimumsprogram for drikkevannsanalyser kan være at det hver måned tas en vannprøve fra den drikkevannstanken som er i bruk, og to prøver fra distribusjonsnettet. Prøvesteder i distribusjonsnettet bør varieres etter et fastsatt program, som blant annet bør inkludere bysse, hospital og utløp etter UV-enhet. Ett av prøvestedene i distribusjonsnettet bør være et fast referansepunkt. Disse prøvene sendes til akkreditert laboratorium. Folkehelseinstituttet anbefaler et månedlig vannprøveprogram som omfatter følgende parametre:

**Farge:** Fargetallet skal være lavere enn 20 (målt som mg Pt per liter). For høyt fargetall skyldes normalt at vann levert fra vannverk på land inneholder mye humus (fig. 4.5). For høy farge kan redusere effekten av desinfeksjonsanlegg, og er i tillegg ugunstig i forhold til desinfeksjonsbiprodukter, se 4.1.2 og 4.2.2.

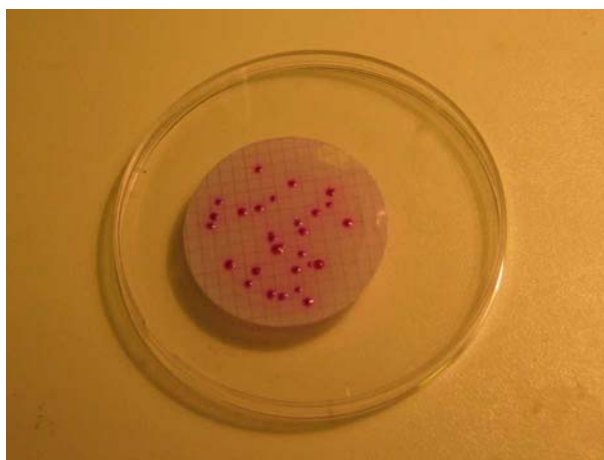


Figur 4.5: Norsk overflatevann er ofte humusrikt, noe som medfører større klorbehov ved bunkring (Foto: Bjørn Løfsgaard)

**Lukt og smak:** Se 4.3.1.

**Turbiditet:** Skal være under 1 FNU. Høy turbiditet viser at vannet er uklart, normalt på grunn av høyt innhold av finpartikulært materiale. Desinfeksjonseffektiviteten reduseres da, se 4.2.2, og vannet blir mindre tiltalende å bruke.

***Clostridium perfringens*:** Skal ikke påvises i 100 ml vann. Dersom verdien overskrides, må vannverket undersøke vannforsyningen for å sikre at ikke vannet er forurensset av andre smittestoff med lang overlevelsestid, som *Cryptosporidium* (fig. 4.6) eller norovirus. *Clostridium perfringens* kan i seg selv også føre til matforgiftning.



Figur 4.6: De røde prikkene er dyrkede kolonier av *Clostridium perfringens*. Hvis disse påvises i drikkevann, er dette et tegn på at også andre mikroorganismer med lang overlevelsestid kan finnes i vannet (Foto: Vidar Lund)

***E. coli*:** Skal ikke påvises i 100 ml vann, og funn må meldes umiddelbart til tilsynsmyndigheten. *E. coli* lever omtrent like lenge i vann som de vanligste aktuelle sykdomsfremkallende tarmbakteriene, og brukes derfor som indikator på slike bakterier. Menneskelig avføring, som inneholder mye *E. coli*, er den farligste mikrobielle forurensningskilden for drikkevann.

Man må straks gjennomføre tiltak for å hindre smitte hvis *E. coli* påvises, og man må også gjennomføre tiltak for å hindre at liknende situasjoner oppstår i fremtiden. Strakstiltak vil normalt være å ta en grundig sjekk av om drikkevannssystemet fungerer tilfredsstillende, og da med spesiell oppmerksomhet på desinfeksjonen – er det tilstrekkelige mengder klor i vannet og fungerer UV-anlegget? Når man har forvissnet seg

om at systemet fungerer, sendes det umiddelbart nye vannanalyser til laboratorium i land. Dersom man finner feil i systemet som man ikke umiddelbart klarer å korrigere, må det settes i verk tilstrekkelige tiltak for å forhindre smitte, og slike tiltak omfatter normalt varsling over PA-anlegg, koking av vann, bruk av flaskevann etc. Påvisning av *E. coli* må følges opp med desinfeksjon av forurensede tanker og ledningsnett.

**Intestinale enterokokker:** Skal ikke påvises i 100 ml vann. Funn er et tegn på fersk forurensning av avføring, og må meldes umiddelbart til tilsynsmyndigheten. Intestinale enterokokker har bedre overlevelsesgrad i saltvann enn *E. coli*, og brukes også som en indikator på sykdomsfremkallende tarmbakterier. Man må ta de samme forholdsreglene her som er beskrevet for *E. coli*.

**Kimtall 22 °C/72 timer:** Kimtallet i tanker og i ledningsnett skal være under 100 i én ml vann. Målt rett etter desinfeksjonsanlegget skal kimtallet være under 10 i én ml vann. I kimtallsanalysen bestemmer man en vid gruppe mikroorganismer som finnes naturlig i drikkevann. Kimtall over 100 tyder på at man har begroing (biofilm) i systemet, og stor begroing kan skape problemer med lukt og smak og redusere effekten av desinfeksjonsanlegg. Høye kimtall kan også tyde på at man har et system hvor også enkelte sykdomsfremkallende mikroorganismer som *Legionella* kan finne livsvilkår, se 4.2.5.

**Koliforme bakterier:** Skal ikke påvises i 100 ml vann. Finner man koliforme bakterier uten at *E. coli* påvises, er dette normalt et tegn på noe eldre forurensning med et litt lavere smittepotensial. Dette fordi *E. coli* svekkes raskere i vann enn enkelte sykdomsbakterier. Likevel bør man her ta de samme forholdsreglene som er beskrevet for *E. coli*.

**Jern:** Grenseverdien er 0,2 mg/l (milligram/liter). Overskridelser av denne grenseverdien viser at det foregår korrosjon i drikkevannssystemet. For de fleste har dette ingen direkte helsemessig betydning, men jernverdiene bør søkes holdt så lave som mulig fordi utfelt jern i vannet vil kunne redusere desinfeksjonseffektiviteten. Bruksmessig setter høyt jerninnhold dårlig smak og farge på vannet, og kan også føre til misfarging av klær og sanitærutstyr.

**Konduktivitet:** Se 4.3.1.

**Kopper:** Grenseverdien for kopper er 1,0 mg/l målt i enden av kopperledningsnett. Da kopperverdiene i varmtvann kan være mye høyere enn i kaldtvann, bør kopperverdiene målt i kaldtvannskranene, etter kortvarig spyling, være mye lavere. Kopperverdier over 0,3 mg/l viser at alkaliseringsanlegget ikke fungerer tilfredsstillende, og bør være maksimalgrense for kopper i kaldtvann på offshoreinnretninger. Sterkt kopperholdig vann, over 3 mg/l, er ikke uvanlig når vannet har stått stille i rørene en tid, og hos enkelte vil dette kunne føre til akutt mageirritasjon. Høyt kopperinnhold gir vannet bitter smak og vil dessuten føre til misfarging av sanitærutstyr, og i større mengder også til misfarging av hår hos blonde personer ved dusjing (fig. 4.7) Oppløste kopperioner påskynder også korrosjon på andre metaller.



Figur 4.7: Korrosivt vann i kopperrør kan føre til for høye kopperverdier i drikkevannet (Foto: Bjørn Løfsgaard)

**pH (surhetsgrad):** Se 4.3.1.

**Tilleggsanalyse:** Dersom alkaliseringsfilter, se 8.1, brukes i vannbehandlingen, bør det i tillegg til analysene som er nevnt over, tas månedlige driftsanalyser av kalsium som kan sendes til land for analyse. Kalsiumverdiene bør i slike tilfeller ligge mellom 15 og 25 mg Ca/l. Slike analyser viser om driften av anlegget er optimal, og høye kalsiumverdier kan føre til beleggdannelse i UV-anlegg.

#### 4.3.4 Utvidet årlig rutinekontroll

Et utvidet antall fysisk/kjemiske drikkevannsparemetre skal analyseres ved akkreditert laboratorium. Vedlegg 8 inneholder veiledning i hvordan prøvene tas, men det må avtales med laboratoriet hvilke spesialflasker som skal benyttes. Det årlige programmet bør gjennomføres samtidig med den månedlige analysen og fra samme sted i distribusjonsnett (boligkvarteret). Programmet bør omfatte følgende parametre:

**1,2 Dikloreten:** Skal være under 3 µg/l (mikrogram/liter). Indikerer forurensning fra maling eller løsemidler. Mutagent og mulig kreftfremkallende.

**Ammonium:** Skal være under 0,5 mg/l. Overskridelse kan tyde på forurensning eller feil i produksjon av drikkevann. Reduserer effekt av klor.

**Benzen:** Skal være under 1 µg/l. Påvist offshore pga. forurensning fra maling. Kan forårsake alvorlig sykdom selv om mye om stoffets skadevirkende evne fortsatt er ukjent.

**Benzo(a)pyren:** Skal være under 0,010 µg/l. Miljøet kan være forurensnet av slike polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og overskridelse tyder på at slik forurensning har nådd drikkevannet. Kan være kreftfremkallende.

**Bly:** Skal være under 10 µg/l. For høye blyverdier skyldes normalt tæring på ledningsnett og armatur. Bly er meget giftig og akkumuleres i kroppen og påvirker en rekke organer.

**Bromat:** Skal være under 5 µg/l. Biprodukt ved klorering av drikkevann. Kan passere evaporator etter klorering av sjøvann. Ukjent hvor mye bromat som finnes i offshore drikkevann. Kan være kreftfremkallende og genskadende.

**Kadmium:** Skal være under 5 µg/l. Høye kadmi-umverdier skyldes normalt tæring på ledningsnett og armatur. Kadmium er meget giftig og akkumuleres i kroppen og påvirker en rekke organer. Mistenkt for å være kreftfremkallende.

**Kjemisk oksygenforbruk (alternativt måles TOC):** Skal være under 5,0 mg/l O (alternativt 5,0 mg/l C for TOC). Viser hvor mye organisk

materiale som finnes i vannet. Kan gi grunnlag for mikrobiologisk vekst eller smaksproblemer.

**Klorid:** Skal være under 200 mg/l. Høye verdier gir korrosivt vann, smak, og er et tegn på at drikkevannet kan være forurenset av sjøvann.

**Natrium:** Skal være under 200 mg/l, og bør normalt ligge langt under dette nivået. Høyt natriumnivå kan skyldes svikt i produksjonsanlegget eller at drikkevannet er forurenset med sjøvann. Høye natriumverdier vil oppdages ved at konduktiviteten er høy. Høyt natriuminhold påvirker blodtrykk, som igjen gir økt risiko for hjerte-/karsykdommer. Natriumnivået offshore er uproblematisk for friske mennesker, men kan i enkelte tilfeller være for høyt for personer som må ha spesialdiett for å unngå natrium.

**Polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH):** Skal være under 0,10 µg/l. Miljøet kan inneholde PAH som følge av langtransportert forurensning eller aktiviteter på plattformen, og overskridelse tyder på at slik forurensning har nådd drikkevannet. Mulig kreftfremkallende.

**Tetrakloreten og trikloreten:** Skal være under 10 µg/l. Indikator på forurensning av maling eller løsemidler. Kan være kreftfremkallende.

**Trihalometaner:** Skal være under 50 µg/l (gjelder summen av kloroform, bromoform, dibromklormetan og bromdiklormetan). Stoffene er blant annet funnet offshore etter elektroklorering av sjøvannsinntak til vannproduksjonsanlegg, da de er flyktige og kan oppkonsentreres over evaporatorer. Kloroform og bromdiklormetan er klassifisert som mulig kreftfremkallende for mennesker, mens de øvrige ikke er klassifisert på grunn av utilstrekkelige data.

**Tilleggsanalyse:** Dersom UV-bestråling brukes i vannbehandlingen, bør det, i tillegg til analysene nevnt over, tas årlige driftsanalyser av UV-transmisjon. Disse analysene verifiserer at UV-intensitetsmåleren fungerer. Verdiene for UV-intensitet og UV-transmisjon bør følge hverandre ved at høye verdier for den ene gir høye verdier for den andre. Sammenlikning med tidligere års resultater gjør det mulig å vurdere samvariasjon over tid, og dermed avdekke om UV-intensitetsmåleren fortsatt fungerer.



#### 4.3.5 Parametre uten årlig analyseanbefaling

I utgangspunktet skal man analysere alle parametre som følger av drikkevannsforskriften. Noen av parametrene vil av forskjellige årsaker neppe vil kunne overskrides offshore. Helsetilsynet har bestemt at plattformer ikke trenger å analysere følgende parametre inntil videre, se 4.3:

**Aluminium:** Vannverk offshore bruker ikke aluminiumsfelling, og aluminium vil derfor neppe forekomme i vann som produseres offshore. Analysekravet oppfylles gjennom de vannanalyser som gjøres av vannverket i land.

**Antimon:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Arsen:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Cyanid:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Fluorid:** Fluor er kun problematisk i forbindelse med grunnvann, og ingen vannverk med fluorproblemer leverer vann til offshoreinnretninger. Analysekravet oppfylles gjennom de vannanalyser som gjøres av vannverket i land.

**Glykoler:** Trenger bare måles ved mistanke om forurensning fra slike produkter.

**Hydrokarboner, mineralolje:** Trenger bare måles ved mistanke om forurensning fra slike produkter. Slik forurensning medfører normalt problemer med lukt og smak.

**Krom:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Kvikksølv:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Mangan:** Mangan er kun problematisk i forbindelse med grunnvann, og ingen vannverk med manganproblemer leverer vann til offshoreinnretninger. Analysekravet oppfylles gjennom de vannanalyser som gjøres av vannverket i land.

**Nikkel:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Nitrat og nitritt:** Analysekravet kan oppfylles gjennom de vannanalyser som gjøres av leverende vannverk i land, da dette ikke er stoffer som tilføres offshore.

#### **Plantevernmidler – enkeltvis og totalt:**

Analysekravet oppfylles gjennom de vannanalyser som gjøres av leverende vannverk i land, da dette ikke er stoffer som tilføres offshore.

**Radon:** Uaktuelt i offshoreprodusert vann. Selv om grunnvann fra land kan inneholde radon, vil mengdene som måles offshore være ubetydelige på grunn av lufting under transport.

**Selen:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Sulfat:** Trenger ikke analyseres offshore, da sjøvannsforurensning oppdages ved måling av konduktivitet, samt årlige analyser av natrium og klorid, mens vannbehandling som medfører risiko for sulfatforurensning ikke er aktuelt offshore.

**Total indikativ dose:** Uaktuelt at denne parameteren vil overskrides i norsk vann.

**Tritium:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Akrylamid:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Epiklorhydrin:** Lite aktuelt i norsk vann.

**Vinylklorid:** Lite aktuelt i norsk vann.

#### **4.4 Rapportering til myndighetene**

Drikkevannsforskriften stiller krav om rapportering til tilsynsmyndighetene. Resultatene fra månedlige og årlige vannprøver rapporteres normalt gjennom en samlerapport hvert halvår (rapportene sendes til Folkehelseinstituttet som vurderer disse på vegne av Helsetilsynet og Sjøfartsdirektoratet).

For de fleste parametre anses opplysningsplikten ivaretatt ved at mindre overskridelser og korrigerende tiltak rapporteres gjennom halvårsrapportene. Der omtales avvik, antatte årsaker og gjennomførte tiltak for å rette på problemene. Funn av *E. coli* og intestinale enterokokker skal imidlertid meldes umiddelbart og senest første arbeidsdag etter at situasjonen inntraff eller ble oppdaget. Det samme gjelder større brudd på drikkevannsbestemmelsene som setter innretningens drikkevannsforsyning i fare.

#### 4.5 Drikkevann i flaske eller annen emballasje

Drikkevann på flaske og i annen emballasje tar stadig større markedsandeler. Som tørstedrikk utenom normalt inntak av juice, melk, te eller kaffe, anbefales vann. Drikkevann offshore skal være av meget god kvalitet, og den hygieniske kvaliteten like god som for drikkevann på flaske. Fra et helsemessig ståsted er det likegyldig hvilket vann folk drikker, da det viktigste er at man drikker vann og ikke andre, dårligere alternativer. Drikkevannsdispensere med avkjølt vann på steder der folk samles, gjør det mer fristende å drikke vann, men om dette vannet er koplet til kraner eller om det leveres i beholdere har ingen helsemessig betydning. Er man pris- og miljøbevisst bør man likevel merke seg at flaskevann er svært mye dyrere per liter enn kranvann, samtidig som transport og emballasje miljømessig gjør flaskevann til et dårlig alternativ.

Enkelte typer flaskevann er det som kalles naturlig mineralvann. For naturlig mineralvann gjelder andre regler enn for drikkevann. Disse kan inneholde til dels store mengder salter (fig. 4.8). Det flaskevannet man drikker daglig bør ha lavt natriuminhold (ofte kalt Na<sup>+</sup> eller Sodium). Det er ingen helsemessig forskjell på flaskevann med eller uten kullsyre.

#### 4.6 Nødvendig analyseutstyr

På offshoreinnretninger må det minimum finnes vannanalyseutstyr som kan måle pH, konduktivitet og klorrest.

**Konduktivitet:** Se 4.3.1. Måles som milliSiemens per meter (mS/m) eller mikroSiemens per centimeter (µS/cm). 1 mS/m tilsvarer 10 µS/cm. Måleapparatet må kunne måle konduktivitet i området 0-100 mS/m ved 25°C, med presisjonskrav på +/- 5 %.

**PH-verdi:** Se 4.3.1. Måleapparatet må kunne måle pH-verdier i området 4-10, med presisjonskrav på +/- 0,1 pH-enhet.

**Klor:** Se 4.3.1. Fritt og totalt klor måles i milligram per liter (mg/l). Aktuelle klorverdier under drift offshore, er 0,05 til 1 mg/l, mens man i forbindelse med desinfeksjon av anlegget må kunne måle verdier helt opp til 10 mg/l. Enkelte måleapparater oppgir å måle fritt klor helt ned til verdier på 0,01 mg/l, men ved så lave konsentrasjoner er disse målingene ikke til å stole på. Det er derfor krav om at nivået for fritt klor minimum skal ligge på 0,05 mg/l, og minimumsverdien for klor må ligge over det måleapparatet klarer å måle. Ved bruk av fargekomparator er det for eksempel vanskelig å få sikker påvisning av fritt klor under 0,1 mg/l, og 0,1 må da brukes som minimumsverdi for fritt klor. Klormålingsutstyret om bord bør kunne måle klor i området 0,05-10 mg/l, med presisjonskrav:

+/- 0,02 mg Cl<sub>2</sub>/l i området 0-0,1 mg Cl<sub>2</sub>/l

+/- 0,05 mg Cl<sub>2</sub>/l i området 0,1-1 mg Cl<sub>2</sub>/l

+/- 0,2 mg Cl<sub>2</sub>/l i området 1-10 mg Cl<sub>2</sub>/l



Figur 4.8: Noen typer naturlig mineralvann har høyt saltinnhold, noe konduktivitetsmålingen her viser (Foto: Eyvind Andersen)

## 5. Generelle krav til planlegging og utforming

Drikkevannsanlegg offshore skal utformes slik at mannskapet til enhver tid sikres tilgang til nok, godt og sikkert drikkevann. Vannforsyning offshore skiller seg fra drikkevannsforsyning på land på flere områder, og krever derfor at man tar spesielle hensyn.

Svikt i drikkevannssystemer offshore kan skape store problemer, da det kan være vanskelig å finne alternativ drikkevannsforsyning. En vannbåren epidemi kan smitte så mange at det blir vanskelig å opprettholde sikkerheten i den øvrige driften av innretningen.

Drikkevannsanlegget drives av vanlig offshoremannskap, og sammenliknet med vannverksansvarlige på store vannverk på land, har disse normalt en begrenset fagbakgrunn i forhold til drikkevann. Det er derfor viktig å utforme drikkevannsanlegg slik at risikoen for svikt reduseres mest mulig, gjerne gjennom at systemet har dobbelt opp av kritiske komponenter, samtidig som man velger systemer som krever minst mulig arbeidsinnsats til drift.

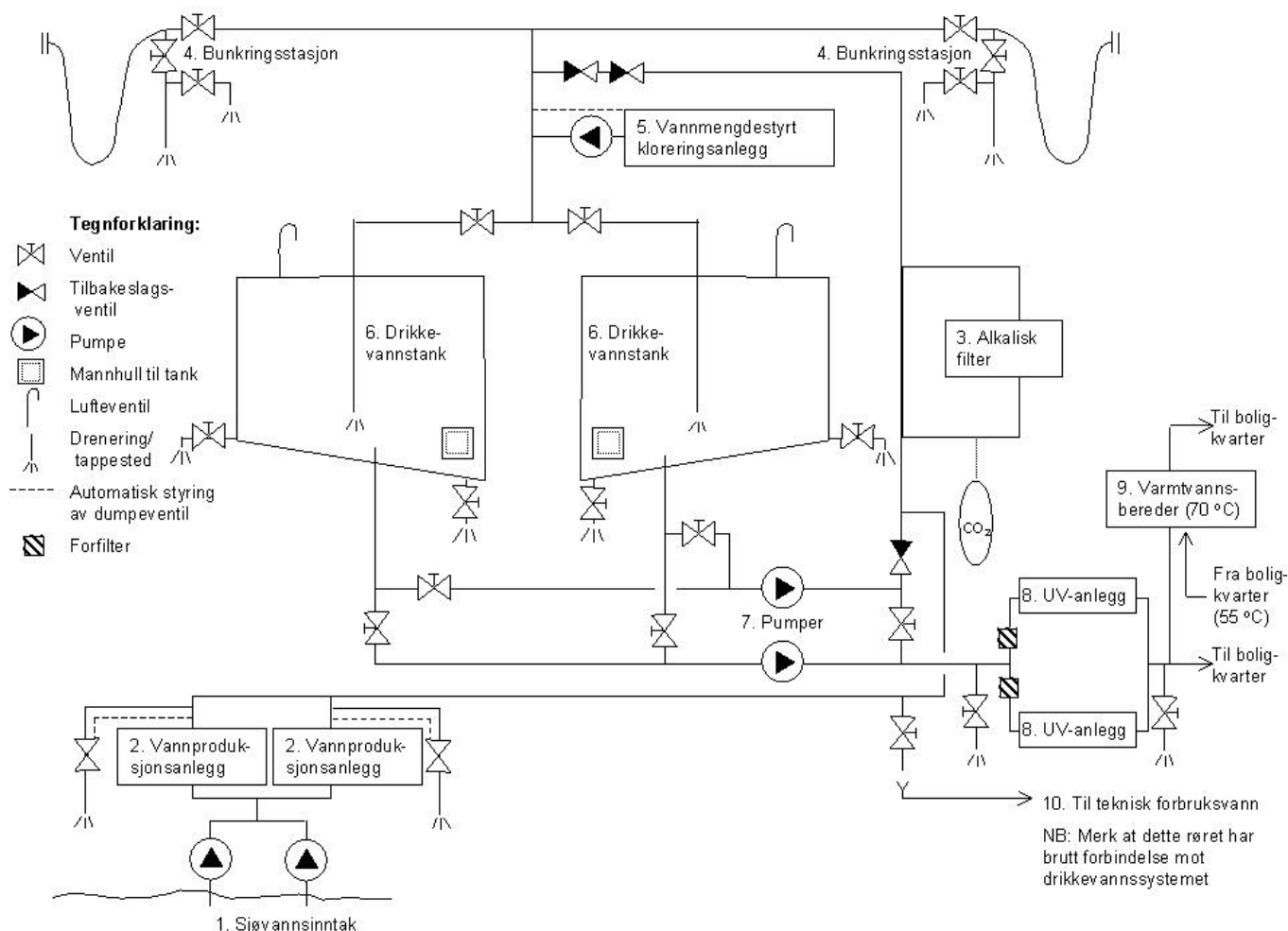
Når man avgjør om innretningens vannforsyning hovedsakelig skal baseres på bunkring eller på egenproduksjon av vann, bør man ta hensyn til at produsert vann har svært god kvalitet, mens vann som leveres offshore fra vannverk på land nesten alltid inneholder humusstoffer. Når det bunkres vann, vil humusstoffer gi opphav til slam og belegg i tanker og ledningsnett, og dette kan gi problemer med lukt og smak, samt oppvekst av mikroorganismer, se kapittel 4. Økte vedlikeholdskostnader i form av hyppigere og mer tidkrevende rengjøring må derfor påregnes. Videre vil prosessen med bunkring medføre en viss usikkerhet med hensyn til kvalitet.

Under 5.1 er det gitt et eksempel på hvordan et offshore drikkevannsanlegg kan utformes. Det stilles en rekke generelle krav til utformingen av slike drikkevannsanlegg, og slike krav omtales under 5.2. Når det gjelder spesielle råd og krav til utforming av de enkelte delene av drikkevannsanlegget, viser Folkehelseinstituttet til kapitlene 6 til 9 i denne veilederen, hvor disse omtales i detaljer.

### 5.1 Eksempel på et anlegg

Figur 5.1 viser en skjematisk skisse over hvordan et drikkevannssystem kan utformes. Numrene på figuren henviser til teksten under.

1. To alternative sjøvannsinntak forsyner innretningen med råvann, noe som gjør det mulig å hente vann fra ulike sider av innretningen og ulike dyp, dersom det er lokale forurensningsproblemer.
2. To evaporatorer (eller omvendt osmoseanlegg), hver med 100 % produksjonskapasitet, sikrer vannproduksjon selv om en av produksjonsenhetene midlertidig er ute av drift.
3. Alkalisk filter før tanken gjør vannet mindre aggressivt og kan gi bedre smak på produsert vann. CO<sub>2</sub>-tilsetning før filteret gjør at prosessen går fortere og stabiliserer pH innen det gunstigste området, se 4.2.3.
4. To bunkringsstasjoner gjør at drikkevann kan bunkres fra den siden av skipet/innretningen som er mest gunstig i forhold til vær etc. Stasjonene er utformet slik at det er mulig å spyle vann over bord og ta vannprøver før man fyller tankene. Spyling av bunkringslange og rør skal skje med samme vannhastighet som det bunkres i, og spylorøret og ventilen må derfor ha samme dimensjon som det øvrige rørnettet som brukes til bunkring.
5. Et vannmålerstyrt kloreringsanlegg sikrer korrekt klordosering av vannet.
6. To drikkevannstanker sikrer at man har tilgang på vann selv om én tank blir forurenset eller må tømmes. Tankene har dreneringsventil i bunn, mens vann som skal ut på forsyningsnettet hentes fra en ventil som er plassert litt høyere for å unngå bunnslam. Tanker og mannhull er utformet slik at det er enkelt for mannskapet å foreta vedlikehold mens skipet/innretningen er i drift, se 5.2.1. Tankene, inkludert lufterventiler, er sikret mot inntrenging av sjøvann og annen forurensing, se 9.1.2.



Figur 5.1. Skjematisk skisse over et offshore drikkevannsanlegg (Ill.: Karin Melsom)

7. Systemet har to vannpumper som gjør det mulig å sirkulere vann fra den ene tanken via kloranlegg og alkalisk filter, samtidig som vann leveres ut på ledningsnettet fra den andre tanken. Dette gir mulighet for etterbehandling av vannet i en tank uten at dette vannet samtidig må leveres ut på nettet.
8. To UV-enheter, hver med kapasitet tilsvarende maksimal vannleveranse ut på nettet, sikrer at vannet fortsatt blir desinfisert selv om én UV-enhet svikter. UV-enhetene har magnetventil som stenger vannleveransen ved teknisk svikt. Før UV-enhetene bør det finnes et partikkelfilter, da mikrober ellers kan passere gjennom anlegget i perioder hvor vannet eventuelt er turbid, se 8.3.5.
9. Varmtvann sirkuleres via beredere innstilt på minst 70 °C for å sikre at hele varmtvannssløyfen holder over 55 °C, se 4.2.5.

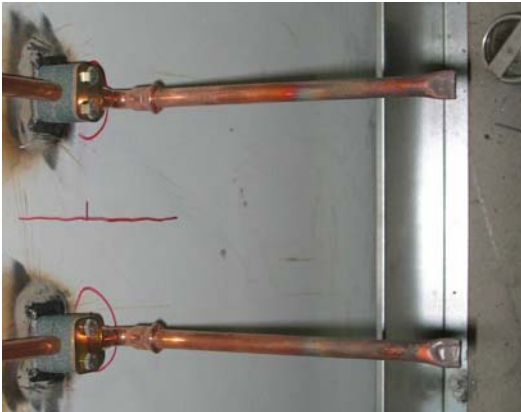
10. Der andre systemer skal få vann fra drikkevannsnettet er det installert brutt forbindelse for å unngå tilbakestrømning av forurenset vann. Drikkevannsanlegget skal sikres mot alle typer forurensning, og tilstrekkelig merking av rør og ventiler, samt sikring mot forurensning fra alle tilkoblede systemer, er derfor avgjørende, se 9.2.3.

## 5.2 Retningslinjer ved planlegging og bygging av drikkevannsanlegg

De fleste av de hensynene man bør ta når man skal utforme et drikkevannsanlegg, er opplagte ut fra sunn fornuft. Likevel har det i praksis ofte vist seg at det er lett å gjøre feil, enten fordi man ikke har tenkt skikkelig igjennom de løsningene man velger, eller fordi hensynet til drikkevann kommer i konflikt med andre tekniske, økonomiske eller praktiske hensyn. Folkehelseinstituttet anbefaler derfor at den prosjektansvarlige bruker vår sjekkliste for nybygg, se vedlegg 1, for selv å

gjøre en vurdering av om prosjektet tilfredsstillende kravene i regelverket.

Under påpekes en del av de viktigste hensynene man bør ta ved utforming av drikkevannsanlegg, og det er viktig at man gjør slike vurderinger på alle trinn under planlegging og bygging av drikkevannsanlegg offshore (fig. 5.2). Gjennom å involvere personell med driftserfaring i prosessen, vil mange feil kunne unngås.



Figur 5.2: Under byggeprosessen er det viktig at rørsystemet ikke forurenses. På bildet er rørendene sikret ved at tuppen er klemt sammen (Foto: Bjørn Løfsgaard)

### 5.2.1 Ergonomi

Innretningsforskriftens § 19, 1. ledd fastslår at ”arbeidsområder og arbeidsutstyr skal utformes og plasseres slik at arbeidstakerne ikke utsettes for uheldige fysiske eller psykiske belastninger som følge av manuell håndtering, arbeidsstilling, gjentatte bevegelser eller arbeidsintensitet og liknende som kan medføre skade eller sykdom”.

Kravet til ergonomi gjelder hele drikkevannssystemet, og gjelder både i forhold til drift og vedlikehold av anlegget. Ergonomiske mangler vil dessuten kunne føre til at nødvendige arbeidsoperasjoner ikke blir utført på korrekt måte. Folkehelseinstituttets erfaring er at det særlig synes mot kravet til ergonomisk utforming av drikkevannsanlegget i følgende sammenhenger:

- Spyleventilen på bunkringsstasjonen er ofte plassert slik at mannskapet på innretningen og/eller mannskapet på forsyningsfartøyet utsettes for kraftig sprut.
- Drikkevannstanker har ofte avstivere og annet inne i tanken som vanskeliggjør effektivt renhold og vedlikehold, og det bør

søkes å unngå bruk av slike avstivere i størst mulig grad. Der dette ikke er mulig, bør de utformes slik at det er lett å komme til dem i forbindelse med arbeidet, og slik at spylevann ikke samles oppå eller mellom dem, men dreneres bort.

- I drikkevannstanker er det ofte svært lavt eller høyt under taket i tanken, og begge deler vanskeliggjør renhold og vedlikehold. Er det høyt under taket, kan dette avhjelpest ved å bygge ledere inne i tanken, men også selve lederen må utformes med tanke på renhold og vedlikehold.
- Alkaliseringsfiltre er ofte utformet slik at det er tungvint og arbeidsbelastende å fylle filteret med filtermateriale, da adkomst til lokket krever klatring og/eller tunge løft. Det er heller ikke uvanlig at filteret er utformet slik at det er vanskelig å få tømt for filtermasse og at det er dårlig adkomst til filteret i forbindelse med innvendig vedlikehold.
- Viktige ventiler som ofte åpnes eller lukkes manuelt, er i enkelte tilfeller plassert på steder som er vanskelige å komme til.
- Mannhull for drikkevanns- og hydrofortanker er i enkelte tilfeller svært vanskelige å komme til, og da spesielt i forbindelse med operasjoner som krever at man har med seg tyngre utstyr inn i tanken.
- De deler av drikkevannsanlegget som ofte krever driftstilsyn er ofte plassert i områder med mye støy.

### 5.2.2 Sikring mot feilhandlinger

Innretningsforskriftens § 19, 2. ledd fastslår at ”arbeidsplasser og arbeidsutstyr skal også utformes og plasseres slik at faren for feilhandlinger som kan ha betydning for sikkerheten reduseres”. Tilgang til nok, godt og sikkert drikkevann er en forutsetning for at innretningen skal kunne operere trygt, og innretningen må utformes slik at muligheten for feilhandlinger som kan skade vannforsyningen reduseres i størst mulig grad.

Drikkevannssystemet skal baseres på bruk av så enkle og robuste løsninger som mulig, se innretningsforskriftens § 4. Tekniske løsninger med mange ledd som kan svikte, bør erstattes av enkle løsninger hvor risikoen for feilhandling i størst mulig grad er eliminert. Ved vurdering av systemets enkeltledd bør det velges alternativer med liten risiko for menneskelig svikt.

Eksempler på løsninger som bør unngås er:

- Løsninger hvor en enkelt feilhandling setter viktige systemer ut av spill, for eksempel ved at man lett kan lede drikkevann utenom desinfeksjonsanlegg.
- Løsninger som krever intensiv driftsoppfølging for å fungere.
- Løsninger som ikke tåler ustabile i driftsforhold, for eksempel varierende vannkvalitet.
- Løsninger hvor det er vanskelig å oppdage feil eller hvor det er vanskelig å begrense skadene eller foreta utbedringer.
- Løsninger hvor man sier ”Vi vet dette fort kan svikte, men for å bøte på dette har vi laget en prosedyre som vil forhindre feil”.

### 5.2.3 Krav til lagerkapasitet

Det skal alltid være nok drikkevann ombord. På offshoreinnretninger beregner man at hver person trenger 200 liter daglig til drikke, matlaging, dusjing og vasking osv. Lagerkapasiteten skal være stor nok til å klare perioder med stans i drikkevannsproduksjonen eller vannleveransene, og disse tankene bør være omtrent like store.

For å sikre at innretningen ikke går tom for drikkevann, bør det alltid være nok vann ombord til å dekke to døgnns maksimalt vannforbruk. Hvor stor lagerkapasitet man bør ha utover dette, avhenger av hvor stor sikkerhet man har for vannforsyningen, se avsnitt 9.1.2.

Tabell 9.1 inneholder Folkehelseinstituttets anbefalinger for total lagringskapasitet. Hvis innretningens vann lagres for lenge, kan det oppstå problemer med lukt og smak på vannet, og tankene bør derfor driftes slik at vannet ombord ikke lagres for lenge. Man bør forsøke å unngå at vannet lagres over 20 døgn.

### 5.2.4 Hygieniske barrierer - sikring mot forurensninger

Et grunnleggende prinsipp i norsk drikkevannsforsyning er at man skal ha minst to uavhengige hygieniske barrierer mot alle de ulike typene forurensning som kan tenkes å ramme vannet, se drikkevannsforskriftens § 14. Slike uavhengige barrierer sikrer at selv om en barriere svikter, skal fremdeles vannforsyningen være tilfredsstillende, da den andre barrieren ikke skal kunne

svikte av samme årsak som den første barrieren. En hygienisk barriere i et vannforsyningssystem offshore kan være:

- Noe som hindrer forurensning av sjøvannet som forsyner vannproduksjon, se 6.1.1.
- Noe som fortynner eventuell forurensning i sjøvannet til ufarlige konsentrasjoner før vannet når sjøvannsinntaket som forsyner vannproduksjonen, se 6.1.2.
- Behandlingsprosesser som uskadeliggjør eller fjerner mikrober, eller nedbryter, fjerner eller fortynner kjemiske eller fysiske stoffer, se 6.2 og 6.3 om evaporering og omvendt osmose og kapittel 8 om vannbehandling.
- Tiltak som gjøres utover i distribusjonssystemet for å forhindre at behandlet vann igjen skal bli forurenset, se kapittel 9.

Mange ulike typer forurensning kan påvirke drikkevannskvaliteten fra råvannet, via behandlingsanlegget og ut på distribusjonsnettet. Det å sikre to hygieniske barrierer mot alle typer forurensning gjennom hele prosessen er en krevende oppgave. Viktige tiltak i så måte er:

- God sikkerhet i forbindelse med inntak av sjøvann til vannproduksjon består i at det legges restriksjoner på innretningens utslipp, resterende utslipp fortynnes i vannmassene, og vanninntaket legges så gunstig som mulig med hensyn til dyp, utslipp og normale strømningsretninger, se 6.1. Til sammen gir disse tiltakene minst en barriere mot de fleste typer forurensning.
- Vannproduksjon med evaporator eller omvendt osmoseanlegg gir normalt en barriere mot de fleste typer forurensning.
- Tappepunkter og rutiner for fylling av vann fra forsyningsbasen på land kan representere svake punkter i forsyningskjeden, men gode rutiner for transport av vann fra land kombinert med spyling og prøvetaking av vannet på bunkringsstasjonen vil kunne gi to barrierer mot fysiske og kjemiske stoffer.
- Gode rutiner for transport av vann fra land kombinert med spyling og prøvetaking av vannet på bunkringsstasjonen er viktig, men gir likevel ingen sikker hygienisk barriere mot mikrober. Klorering av vannet når det bunkres er derfor nødvendig for å få den ene barrieren mot mikrober.

- Den andre barrieren mot mikrober oppnås normalt ved å la vannet passere et UV-anlegg når det ledes fra drikkevannstankene ut på distribusjonsnettet til forbrukerne. Som et alternativ til dette aksepteres det at vannet alltid inneholder fritt klor når det ledes ut på distribusjonsnettet. Uansett hvor mange hygieniske barrierer mot mikrober man ellers har i systemet, skal drikkevann offshore alltid desinfiseres.
- Det er viktig å hindre at drikkevannet forurenses før det når forbrukerne. Brutt forbindelse eller likeverdig løsning sikrer vannet mot forurensning fra ulike typer tekniske innretninger som kan være knyttet til drikkevannssystemet. Forurensning via usikrede tilsetningsstofftanker og lufteventiler for drikkevannstanker må også unngås, og slike ventiler og tanker må derfor ikke plasseres i områder med risiko for forurensning.

Teknisk utforming av drikkevannsanlegget bør være slik at risikoen for forurensning av systemet blir liten. Eksempler på løsninger som i størst mulig grad bør unngås er omtalt under 5.2.2.

### 5.2.5 Lokalisering, merking og beskyttelse av utstyret

Dette temaet behandles i detalj i kapitlene 6-9. Generelt gjelder følgende:

- Det skal være enkel tilgang til viktig driftsutstyr.
- Utstyret skal være beskyttet mot forurensning fra prosessutstyr og annet.
- Drikkevannsrør og drikkevannstanker skal sikres fysisk og merkes med skilt og fargekode slik at de er lette å følge i en krisesituasjon, og slik at drikkevannet ikke forurenses ved uhell eller misforståelser grunnet tilkøpling av andre væskesystemer.
- Tanker for tilsetningsstoffer til drikkevann sikres fysisk med skrulokk eller annet, og merkes slik at drikkevannet ikke forurenses ved uhell eller misforståelser (fig. 5.3).
- De deler av drikkevannssystemet som er plassert utendørs skal ha en materialkvalitet som tåler korrosiv sjøluft.
- Alle deler av drikkevannssystemet må ha en materialkvalitet som er tilpasset den korrosiviteten som drikkevannet har, se 9.2.5.



Figur 5.3: Godt merket og sikret tank for avleiringshemmer (Foto: Eyvind Andersen)

### 5.2.6 Plassering av prøvepunkter

Dersom det oppstår problemer med vannkvaliteten i systemet, er det viktig å kunne finne ut hvor i systemet problemene oppstår og eventuelt forsvinner. Det må derfor være et tilstrekkelig antall tappesteder utover i systemet hvor det går an å ta ut vannprøver. Det skal finnes prøvepunkter på bunkringsstasjoner, på drikkevannstanker og ellers etter hver hovedkomponent i drikkevannssystemet som produksjonsenheter, desinfeksjonsutstyr, alkaliseringsfilter og eventuelt annet vannbehandlingsutstyr.

### 5.2.7 Malinger og beskyttelsesbelegg

Malinger og beskyttelsesbelegg som brukes i drikkevannstanker, har ofte forurenset drikkevannet på grunn av feil påføring og manglende herding, se 9.1.4. Slike stoffer skal derfor være godkjent, se avsnitt 2.3.4.

## 5.3 Ombygging eller endring av drikkevannsanlegget

Skal deler av drikkevannssystemet endres, ombygges eller tas ut av drift, må det vurderes om anlegget som helhet fremdeles oppfyller de krav som stilles til drikkevannsanlegg offshore. Vesentlige endringer skal meldes til tilsynsmyndighetene, se opplysningspliktforordningens § 5.

## 6. Vannproduksjon

På norske offshoreinnretninger produseres vann enten ved omvendt osmose eller evaporering. Dette vannet må behandles i et alkaliseringsfilter for at det ikke skal virke korrosivt på ledningsnett og armatur, se 8.1. Det er viktig å sikre at sjøvannet som brukes i produksjonen er rent, og produksjonen må stoppes i perioder hvor man vet at det kan være risiko for forurenset sjøvann.

### 6.1 Sjøvannsinntak

Et sjøvannssystem har normalt to sjøvannsinntak. Vannet fra disse pumpes gjennom sjøvannsledningsnettet og til ulike typer forbrukere av sjøvannet, eksempelvis brannvann, produksjonsanlegg for drikkevann og ulike typer teknisk forbruk. Sjøvannet må sikres mot de ulike typer forurensning som kan komme inn.

#### 6.1.1 Aktuelle forurensningstrusler

Sjøvannet som brukes til drikkevannsproduksjon kan være forurenset. Dette kan skyldes egne eller andre innretningers utslipp, samt utslipp fra nærliggende skip. Vannproduksjon bør uansett unngås når innretningen befinner seg nær land. Følgende forurensningstyper er mest aktuelle:

**Sanitærutslipp:** Kloakk og spillvann fra boligkvarteret, samt kjøkkenavfall, matrester m.v. fra byssa inneholder næringsstoffer, smittestoff og andre mikroorganismer. Hvis slike komponenter kommer inn i drikkevannssystemet, kan dette føre til biofilmdannelse i tanker og rør, problemer med lukt og smak og i verste fall sykdomsutbrudd.

**Oljeholdige utslipp:** Produksjonsvannutslipp, spylevann fra dekk og egne og andres oljeutslipp er aktuelle kilder til oljeforurensning. Slik forurensning vil kunne sette lukt og smak på drikkevann i selv ørsmå mengder, og kan videre ødelegge produksjonsanlegget.

**Utslipp av kjemikalier m. v.:** Vil kunne komme fra de samme kildene som oljeholdige utslipp og skape de samme typene problemer. Flyktige kjemikalier vil kunne passere en evaporator og oppkonsentreres i drikkevannssystemet.

**Oppvekst av mikroorganismer:** I perioder har enkeltorganismer sterk oppvekst i sjøvannet. Noen av disse vil kunne skille ut flyktige stoffer i sjøvannet som skaper problemer med lukt og smak på det vannet som produseres. Slik oppvekst forekommer oftest om sommeren og høsten.

#### 6.1.2 Lokalisering av sjøvannsinntak

Ved plassering av sjøvannsinntak må det dokumenteres at innretningens utslipp ikke forurenser disse i uakseptabel grad. For å kunne vurdere forurensningsrisikoen må det gjøres spredningsanalyser basert på anerkjente modeller, se styringsforskriften § 13. Dersom flere av faktorene under er usikre, bør sikkerhetsmarginene i beregningene være høye. Følgende tiltak bør gjøres for å hindre eller redusere forurensning:

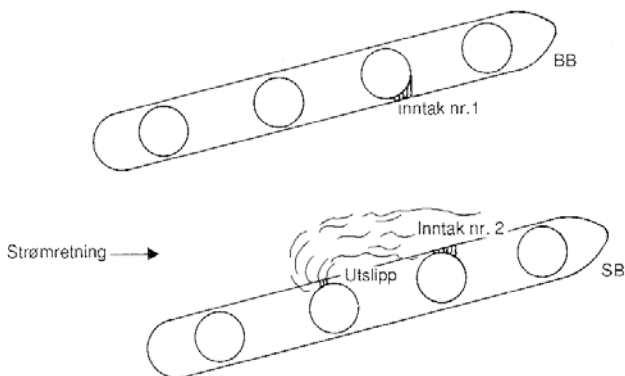
**Inntakene lokaliseres så langt fra utslippene som det er teknisk mulig.** Når bølger treffer plattformbeina blir det kraftig omrøring og blanding av vannmassene (fig. 6.1). Utslipp under plattformen vil komme ut i et turbulent miljø som kan forårsake kraftig spredning og fortykning, både horisontalt og vertikalt. Inntak og utslipp bør plasseres på forskjellige bein/pontonger, og helst med inntak på utsiden av beinet og utslipp på innsiden. Inntakene bør dessuten plasseres på dyp der påvirkningen fra overflaten er liten, med stabil og lav temperatur og færre mikroorganismer.



*Figur 6.1: I området rundt plattformbeina er det stor turbulens, og sjøvannsinntakene må plasseres der hvor risikoen for forurensning er minst (Foto: Eyvind Andersen)*



**Inntakene lokaliseres gunstig i forhold til havstrømmenes retning.** Inntakene bør plasseres oppstrøms utslippene i forhold til den strømningsretning som er vanlig i området (fig. 6.2).



Figur 6.2: Sjøvannsinntak må ikke plasseres nedstrøms utslippene med den strømningsretning som er vanlig i området. Inntak bør ikke ligge på samme side av innretningen som utslipp, og burde her vært flyttet til utsiden av pontongene (Ill. hentet fra B3/NIVAs tegnekontor)

**Utslipp med like fysiske egenskaper bør samles.**

Et utslipp med annen tetthet enn omgivelsene det slippes ut i, kan bevege seg relativt mye i vertikal retning før det blir tilstrekkelig uttynnet. Utslipp med høy tetthet, og som derfor forventes å synke, bør legges på lavere nivå enn sjøvannsinntakene, mens utslipp som har lav tetthet legges på høyere nivå. Innretninger som står på bunnen har god anledning til vertikal separasjon mellom inntak og utslipp.

**Utforming og størrelse på utslippsrørene har betydning for spredning og fortykning av utslipp.** Et rør som avsluttes i mange små hull, som en diffusor, vil øke fortykningen svært mye i forhold til et åpent rør med samme diameter og uten noen fysiske innsnevring ved utløpet. Med god fortykning blir konsentrasjonen av stoffene som slippes ut lavere.

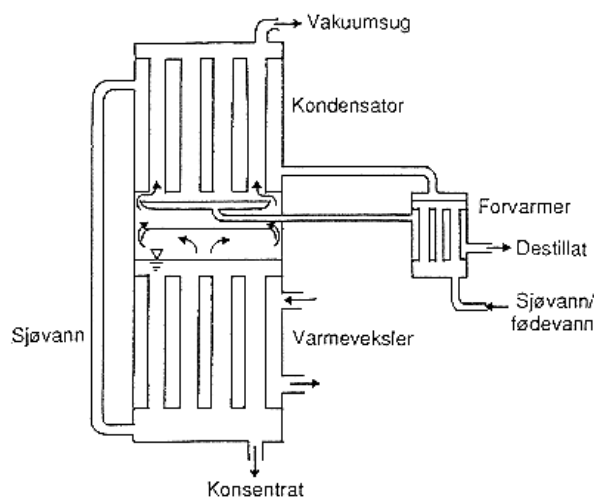
**Flere alternative inntak som kan drives separat, bør installeres.** Innretningen bør ha minst to inntak med god avstand imellom disse. Når lokale strømforhold endres slik at forurensede utslipp føres mot sjøvannsinntaket som er i bruk, bør det vurderes om det andre inntaket skal benyttes.

**Andre sjøvannsforbrukere må tilkoples på en måte som gjør at de ikke kan forurense sjø-**

**vannsledningsnett** ved tilbakeslag eller tilbakesug, da dette kan føre til forurensning av drikkevannet. Drikkevannsinntaket kan sikres ved at det tilkoples som første forbruker på sjøvannssystemet, og ved å sikre andre tilkoplinger til sjøvannssystemet med tilbakeslagsventiler.

## 6.2 Evaporering

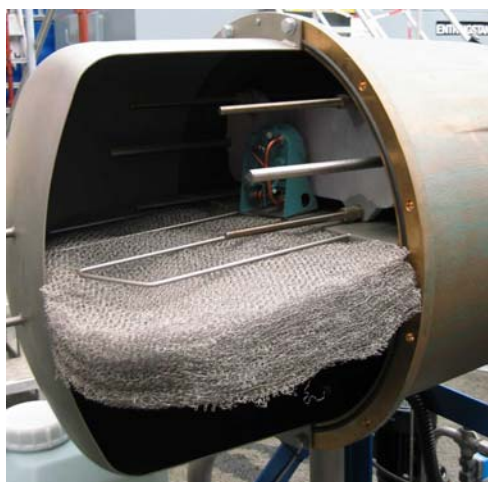
Evaporering er den metoden som er mest benyttet til produksjon av drikkevann på norsk sokkel. Evaporering vil si at sjøvann varmes opp til det fordampes, og når slik damp avkjøles, får man ferskvann. Det finnes ulike typer av slike anlegg, men i det følgende omtales kun vakuumbdestillering (fig. 6.3), da det nesten ikke finnes andre typer evaporeringsanlegg på norsk sokkel.



Figur 6.3: Prinsippskisse for vakuumbdestillering (Ill. hentet fra B3/NIVAs tegnekontor)

Fordampningstemperaturen for vann senkes til mellom 30-60 °C når trykket reduseres. Sjøvann forvarmes i en varmeveksler ved hjelp av varmt destillat. Deretter ledes fødevannet inn i kondensatoren hvor det mottar kondensasjonsenergi fra dampen. Oppvarmet fødevann ledes ned i evaporatordelen hvor det tilføres varme fra en ekstern kilde slik at fordampning starter (fig. 6.4). Varmt vann, damp eller elektrisitet benyttes som varmekilde. For innretninger som har mye spillvarme, for eksempel fra dieselmotorer, kan denne varmen brukes til å varme opp vannet, og i slike tilfeller blir evaporering en billigere produksjonsmetode enn omvendt osmose. Den lave fordampningstemperaturen reduserer også problemene med kjelstein, og kjemikalieforbruket blir mindre.

Dersom sjøvannet er forurenset, vil stoffer som er mer flyktige enn vann kunne passere evaporatoren, mens andre stoffer og mikroorganismer vil kunne passere evaporatoren i forbindelse med ulike typer driftsuhell. Ettersom bare en del av fødevannet fordampes, mens det antas at alle flyktige stoffer vil fordampe, kan dette resultere i konsentrering av slike forbindelser på ferskvannssiden. Det er særlig organiske forbindelser som trihalometaner man i denne sammenheng er bekymret for, se 4.3.4. Slike flyktige forbindelser kan fjernes, se 8.4.



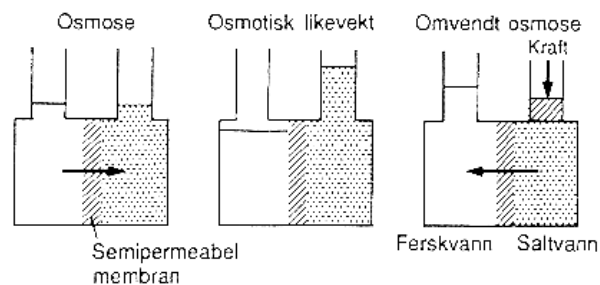
Figur 6.4: Innsiden av en evaporator. Nettingen hindrer at sjøvannsdråper passerer over i destillatet (Foto: Bjørn Løfsgaard)

### 6.3 Omvendt osmose

Omvendt osmose vil si at sjøvann settes under stort trykk mot en membran med ørsmå åpninger. Vannmolekylene er så små at de passerer denne membranen, mens mesteparten av saltet og andre forurensninger blir holdt tilbake. Vann som er produsert ved et omvendt osmoseanlegg vil ha høyere saltinnhold enn vann produsert ved evaporering, men energikostnadene ved produksjonen er normalt lavere ved evaporasjon. Da høyere saltinnhold gjør vannet mer korrosivt, se 8.1, er det viktig å bruke et egnet rørmateriale i vannforsyningsnett.

Prinsippet for osmose og omvendt osmose er vist i figur 6.5. Når to løsninger med ulikt saltinnhold er atskilt av en semipermeabel (halvgjennomtrengelig) membran, vil vann strømme fra den løsningen med lavest saltinnhold og over i den konsentrerte løsningen, og dette kalles osmose. Vannstanden vil da bli høyest på den siden hvor saltløsningen

befinner seg. Vannstandsforskjellen kalles det osmotiske trykk. Ved omvendt osmose settes det et trykk på saltløsningen som er høyere enn det osmotiske trykket. Ferskvann vil da strømme fra løsningen med høyt saltinnhold og over i løsningen med lavt. Fordi sjøvannet får høyere saltholdighet ettersom prosessen pågår, må konsentratet ledes i avløp og nytt sjøvann tilføres kontinuerlig.



Figur 6.5: Omvendt osmose fungerer ved at saltvann settes under trykk som gjør at rent vann presses gjennom en halvgjennomtrengelig membran (Ill. hentet fra B3/NIVAs tegnekontor)

Omvendt osmoseanlegg gir bedre sikkerhet mot forurensning enn evaporatorer, men dersom membranene ødelegges, kan mikroorganismer og andre stoffer slippe igjennom. Membranene kan være utformet på ulike måter (fig. 6.6). Enkelte membraner kan lett ødelegges av stoffer som finnes i sjøvannet, og for å forhindre at de kommer til skade, kreves forbehandling av sjøvannet. Ved sjøvannsinntakene tilsettes ofte klor for å redusere alge- og bakterieveksten i sjøvannssystemet. Eventuell restklor, som kan skade membranene, kan fjernes med aktivt kullfilter. Fødevannet vil også inneholde faste partikler, for små til å bli holdt tilbake av inntakssilen, men store nok til å tette hullfibrene. Partikler ned til 5 mikrometer må fjernes. Dette kan gjøres med patronfilter, enkelt sandfilter, tomediafilter m.v. For å redusere den manuelle arbeidsmengden, bør spyle- og rengjøringsprosessene ved anleggene være automatiske.



Figur 6.6: Omvendt osmoseanlegg. Membranen er en rull inne i røret øverst (Foto: Bjørn Løfsgaard)

## 6.4 Kontroll av saltholdighet

For å sikre at vann som produseres ved evaporering eller omvendt osmose er rent nok, må konduktiviteten (elektrisk ledningsevne) måles ut fra produksjonsanlegget, da saltvann har høy konduktivitet, og feil i vannproduksjonen vil merkes ved at konduktiviteten stiger (fig. 6.7).

Ved utløpet fra produksjonsanleggene skal det være en konduktivitetmåler, også kalt ledningsevne måler eller salinometer, som måler konduktiviteten i vannet. Konduktivitet er et uttrykk for saltholdighet i vannet. Ved overskridelse av en forhåndsinnstilt grense, som er 6 mS/m for evaporatoranlegg og 75 mS/m for omvendt osmoseanlegg, skal vannleveransen til drikkevannstankene stanse, og alarm utløses. Det er satt ulike alarmgrenser, da disse produksjonsmetodene gir vann med forskjellig saltinnhold, og alarmgrensene er satt slik at overskridelser av verdiene viser at anlegget drives feil. Konduktivitet omtales nærmere under 4.3.1.

Selve konduktivitetmåleren angir ledningsevnen i mS/m,  $\mu\text{S/cm}$  eller som ppm sjøsalt, se 4.6. Konduktivitetmåleren bør være av en type hvor settpunktet kan justeres og kontrolleres. Det bør være en kran like ved utløpet hvor måleren kan kontrolleres mot en annen konduktivitetmåler.



Figur 6.7: En konduktivitetmåler sørger for at produsert vann automatisk sjekkes, og dumpes dersom grensen på 6 mS/m overskrides (Foto: Eyvind Andersen)

## 6.5 Kjemikaliebruk

Drift av evaporatorer medfører bruk av kjemikalier. Kjemikaliene kan enten tilsettes kontinuerlig, for eksempel avleiringshemmer som tilsettes fødevannet kontinuerlig for å forhindre kjelstein på varmførende flater, eller periodisk, for eksempel ved rengjøring. Kjemikalier brukes også indirekte, ved at oppvarmingssløyfen i evaporatoren ofte inneholder varmt vann eller damp som tilsettes kjemikalier for å forhindre kjelsteinsdannelse, korrosjon og eventuelt frysing.

Kjemikalier tilsettes i liten grad kontinuerlig til omvendt osmoseanlegg. Periodisk brukes kjemikalier til rengjøring av membranene, og til konservering av membranene ved lagring, da de kan ta skade hvis de blir stående uten å være i bruk.

Alle stoffer som brukes i eller i tilknytning til drikkevann skal være godkjente, se 2.3.4. Åpningsapperatur som brukes til påfylling av kjemikalier skal ha tett lokk for å unngå forurensning.

## 7 Bunkring av drikkevann

Ved bunkring av drikkevann fra forsyningsbåter er det vanskelig å ha god kontroll over kvaliteten på drikkevannet, da man er avhengig av at folk på forsyningsbåten og folk på vannverket i land gjør en skikkelig jobb. Vannet kan være forurenset allerede når det leveres til forsyningsbåten, og vannet kan også bli forurenset i forbindelse med transport ut til innretningen, både på båten og ved at bunkringsslangene kan være skitne. Det har vært episoder der prøver på bunkringsstasjonen har avslørt at vannet er blitt forurenset av sjøvann eller diesel.

I realiteten har alt vann som leveres fra forsyningsbåt usikker kvalitet, uansett hvilke forholdsregler leverandøren og mottakeren tar. Usikkerheten er spesielt knyttet til mikrobiologisk forurensning fordi det ikke er mulig å ta analyser som avdekker mikrober under bunkring. Det er derfor viktig at alt vann desinfiseres under overføringen til innretningens drikkevannstanker.

Det er ikke uvanlig at kimtallet øker i hele drikkevannsanlegget etter bunkring. I slike situasjoner er det viktig å kontrollere desinfiseringsutstyret og egne rutiner, da desinfiseringsenhetene hver for seg skal kunne inaktivere de fleste mikrober i vann. For å redusere risikoen for å bunkre vann med dårlig kvalitet, bør selskapet også stille krav til sine forsyningsbaser og forsyningsbåter om at de skal ha gode rutiner ved tapping og transport av drikkevann, samt tilstrekkelig renhold og vedlikehold av de tankene som fører drikkevann, se vedlegg 6.

### 7.1 Teknisk utforming av bunkringsanlegg og sirkulasjonssløyfe

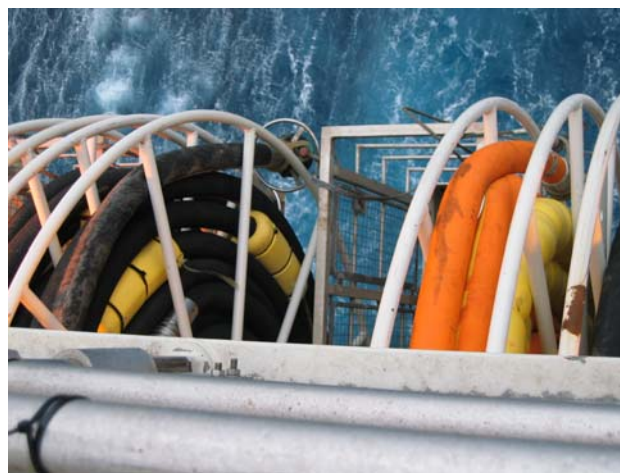
Figur 7.2 viser et eksempel på et bunkringsanlegg med mulighet for sirkulasjon av vann fra en tank via kloreringsanlegget og tilbake til samme tank uten at dette vannet samtidig ledes ut på ledningsnett. Tallene i teksten under er henvisninger til detaljer på denne figuren.

Det bør være to bunkringsstasjoner på innretninger som fortrinnsvis plasseres på hver sin side av innretningen, da dette vil øke sjansene for at man får bunkret selv under ugunstige værforhold etc.

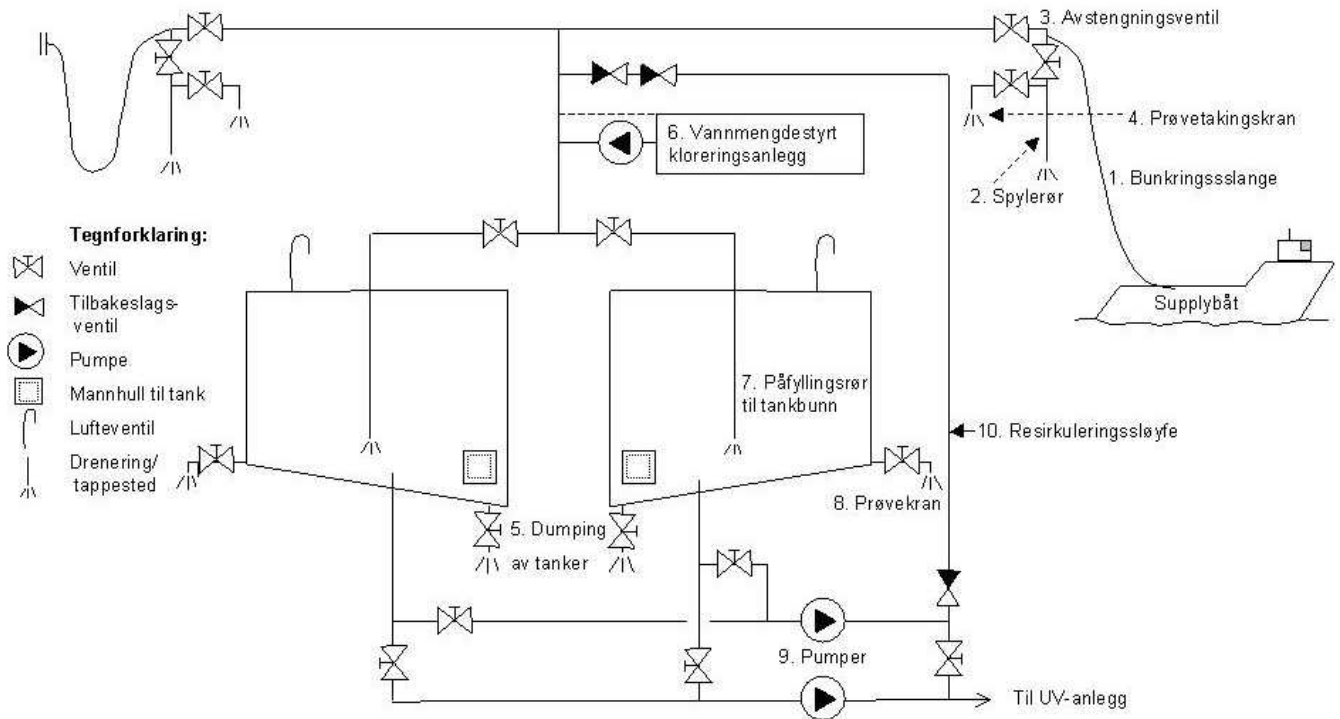
Bunkringslinjene må utformes slik at det ikke blir stående vann i linjen etter at bunkringen er avsluttet. Både bunkringsstasjoner og slanger må merkes for å unngå at drikkevann forveksles med andre væskemedier. Bunkringsanlegget kan med fordel utformes slik at det er mulig å levere drikkevann til en beredskapsbåt.

Bunkringsslangene (1) er vanligvis enten kveilet opp på en trommel, eller de henger løst langs siden på innretningen. Enden som koples til forsyningsfartøyet er utsatt for forurensning fra sjøvann, fra prosesser om bord og ikke minst fra fugler. Det er eksempler på at fuglelik er funnet i drikkevannsslanger. Det er derfor viktig at endene dekkes til med et lokk. Slangene bør også være utstyrt med flyteelementer som hindrer at de kommer i kontakt med forsyningsbåtens propeller. Slangetilkoplingene bør være unike for drikkevann slik at forurensning som skyldes feilkoplinger unngås.

Bunkringsslanger er vanligvis laget av gummi, et organisk materiale som er god "mat" for mikroorganismer. Mørke slanger varmes raskt opp av sollys, og da det alltid vil være fuktighet i slangene, gir dette gode vilkår for oppvekst av mikroorganismer. Det er derfor viktig at slangene spyles rene før bunkring starter. Da det er vanskelig å rengjøre slangene, bør de også skiftes ut med jevne mellomrom (fig. 7.1).



Figur 7.1: Bunkringsslange for drikkevann. Slangen har lys farge for å redusere oppvarming. Begge slangene på bildet har flytelementer for å hindre at de skal komme inn i forsyningsbåtens propeller (Foto: Eyvind Andersen)



Figur 7.2: Eksempel på bunkringsanlegg med sirkulasjonssløyfe (Ill.: Karin Melsom)

Ved tilknytningspunktet til bunkringslangen bør det installeres et spylør (2) samt avstengningsventil (3) på påfyllingsrør umiddelbart nedstrøms. Plutselige økninger i hastigheten på vannet river løs urenheter fra veggene i slanger og rør. For å hindre at vannhastigheten skal øke etter at spylingen er avsluttet, må spylørret og spyleventilen ha minst samme dimensjon som påfyllingsrøret. Dette sliter også mindre på forsyningsbåten's pumper. Det er dessverre ikke uvanlig at spylørret er utformet slik at enten de som skal ta i mot vannet på innretningen, eller de som jobber på forsyningsbåten, får spylevannet over seg under spyling av slangene. Spylørret bør derfor utformes slik at spylevannet verken er til sjenanse for dem som skal kontrollere vannet på innretningen, eller for dem som jobber på forsyningsbåten. Prøvetakingskran (4) må installeres før avstengningsventil på påfyllingsrøret. Prøvekranen kan være plassert på spylørret, og må være plassert slik at vannprøver lett kan tas. Tømming av gammelt vann i tankene (5) før bunkring startes anbefales, da dette bidrar til å fjerne bunnslam, samt gjør det lettere å få til effektiv klorering, se 7.2.

Det bør være fast montert doseringsanlegg (6) for tilføring av klor på bunkringslinjen, se 8.2.4. Best innblanding av klor får man dersom pumpehastigheten på klordoseringspumpen er mengdestyrt. Bunkringsrøret bør ledes ned til nær bunnen av

drikkevannstankene (7) da dette gir bedre klorering av vannet ved at kloren også når restvannet på tankene.

Det skal være prøvetakingskraner (8) som gir mulighet for å ta vannprøver fra klorert vann i tankene uten at dette vannet samtidig må føres ut på nettet. Drift, vedlikehold, utforming m.v. av drikkevannstanker er nøyere beskrevet i kapittel 9. Prøvetakingskranene bør plasseres lavt på tanken, og det skal være lett tilgang til disse.

To pumper (9) sikrer at man ikke mister trykket ved pumpehavari. Det anbefales sterkt at man bygger anlegget slik at det er mulig å sirkulere vann fra hver av drikkevannstankene via kloreringsanlegget og tilbake til samme tank uten at dette vannet samtidig ledes ut på ledningsnettet (10), samtidig med at vannet i en av de andre drikkevannstankene kan forsyne innretningen med drikkevann. Dette gjør det mulig å dosere ekstra klor til vann som har fått for lite klor i forbindelse med bunkring. Har man ikke denne muligheten, vil vann som har fått for lite klor ved bunkring måtte dumpes og ny bunkring gjennomføres, og i mellomtiden kan man risikere å slippe opp for vann. Denne sirkuleringen kan med fordel også bygges slik at det er mulig å la dette vannet passere alkaliseringsfilteret, se 8.1.

## 7.2 Krav til desinfisering

Desinfisering skjer ved at klorløsning tilsettes drikkevannet. Klorering omtales mer utførlig under 8.2. For at desinfiseringen skal bli vellykket, må klorene bli godt innblandet. Den bør derfor tilsettes jevnt i vannstrømmen under hele bunkringen. Erfaring har vist at drikkevannstanker offshore har en utforming som gjør at det å helle klor "rett på tanken" før bunkring starter, ikke gir tilstrekkelig innblanding av klorene (fig. 7.3). Vannet blir dermed ikke desinfisert på en tilfredsstillende måte. For å få innblandet klor i hele drikkevannstanken, er det også en fordel å planlegge mottaket av vann, slik at tanken det skal bunkres til er så tom som mulig.

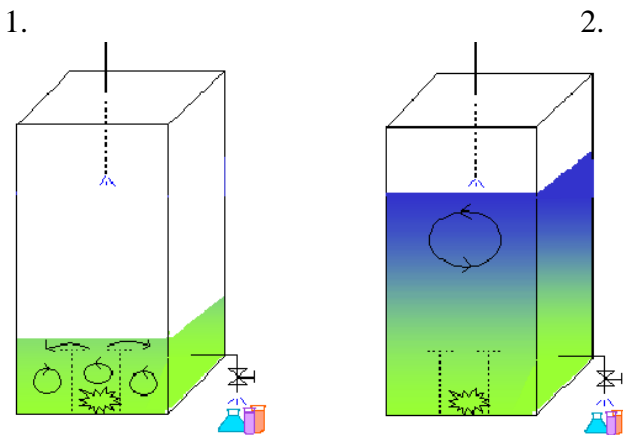


Fig 7.3: Helling av klor rett på tanken kan føre til manglende klorering i noen deler av tanken og overdosering i andre (Ill.: Bjørn Løfsgaard).

### 7.2.1 Mengdestyrt dosering

Dosering skjer automatisk ved at en vannmåler på bunkringslinjen styrer hastigheten på klorpumpen. Pumpehastigheten for klorpumpen følger med andre ord vannmengden som bunkres, og pumpen doserer et fast volum klorløsning per kubikk meter vann som bunkres. For at vannet som bunkres skal få nok klor, må styrken på klorløsningen tilpasses. Hvis man normalt bunkrer til tom tank, vil man kunne bruke samme styrke på klorløsningen hver gang. Hvis man derimot bunkrer til en tank inneholder vann (dette bør forsøkes unngått), må enten styrken på klorløsningen økes, slik at det blir dosert nok klor til også å dekke vannet som allerede er i tanken, eller så må mengden klorløsning som vannmåleren skal utløse justeres.

### 7.2.2 Dosering med manuelt styrt pumpe

Her har man større fleksibilitet med hensyn til hvilken klorstyrke man vil bruke. Hvis klorløsningen er konsentrert, settes hastigheten for klorpumpen lavt, og hvis klorløsningen er fortynnet, økes hastigheten. Det anbefales likevel å bruke en svak klorløsning, da denne vil gi bedre utblanding av klorene i bunkringsvannstrømmen på grunn av større hastighet og volum på injisert klorvann. Med manuelt styrt pumpe må man vite hvor lang tid bunkringen vil ta, og så sette pumpehastigheten på klorpumpen slik at nødvendig klordose tilføres i løpet av hele denne tiden. Hvis man også her skulle bunkre til tank som inneholder noe vann (dette bør forsøkes unngått) må det tilføres nok klor til å desinfisere det vann som allerede er i tanken. I praksis kan dette oppnås gjennom å øke hastigheten på klorpumpen eller ved å øke konsentrasjonen på klorløsningen.

## 7.3 Fremgangsmåte ved bunkring

Vedlegg 10 er et eksempel på en bunkringsprosedyre som inneholder de viktigste punktene som omtales videre i 7.3.

### 7.3.1 Før bunkring

Før bunkring starter, må tilstrekkelig mengde klorløsning med riktig konsentrasjon lages, se vedlegg 11, hvor det er gitt eksempler på aktuelle utregninger ved bruk av ulike kloreringsmetoder. Mengde klor justeres i henhold til erfaringer fra tidligere bunkringer, slik at man doserer nok klor til å få en tilstrekkelig klorrest med den vannkvalitet som bunkres, se 7.4. Klormengde kan justeres gjennom å variere styrken på klorløsningen eller gjennom å variere mengde klorløsning som tilsettes. Hvis pumpen ikke er mengdestyrt, må doseringshastighet utregnes, se vedlegg 11.

Det må sjekkes at alle ventiler står i korrekt posisjon, se punkt 3-6 i vedlegg 10. Bunkring bør alltid skje til så tomme tanker som mulig, og dette er spesielt viktig når man får vann som inneholder mye organisk materiale. Dersom man har mulighet til å dumpe siste rest av vannet i tanken før bunkring, vil dette lette kloreringen og forhindre mange problemer knyttet til kimtall og annen forurensning av tanker og ledningsnett, se 4.2.2.

### 7.3.2 Under bunkring

Bunkringen starter med at bunkringslange og bunkringsrør fram til avstengningsventilen blir spylt noen minutter ved fullt trykk (fig 7.4). Det tas en prøve av vannets lukt, smak, utseende, konduktivitet og pH etter avsluttet spyling, se kvalitetskrav i 4.3.2. Vann som ikke er tilfredsstillende, skal ikke tas ombord som drikkevann. Dersom forsyningsbåten skal levere vann fra mer enn en tank, skal det tas vannprøver fra hver av tankene. Hvis vannet aksepteres, startes bunkringen.



Figur 7.4: Når spylørøret er av samme dimensjon som bunkringslangen får man spylt med fullt trykk (Foto: Eyvind Andersen)

### 7.3.3 Etter bunkring

Etter bunkring holdes lagertankene som det er bunkret til, isolert i 30 minutter. Deretter tas det vannprøve for å dokumentere innhold av fritt klor. Innholdet bør ligge innenfor området 0,1-0,5 mg/l,

se 4.3.1. Den frie klore forsvinner imidlertid etter hvert fra vannet, og venter man for lenge med å foreta denne målingen, kan man risikere at man ikke kan dokumentere at vannet er desinfisert.

Påvises ikke fritt klor etter 30 minutter, må vannet i tanken enten dumpes, eller man kan tilsette mer klor ved å sirkulere innholdet av tanken via kloreringsanlegget, dersom innretningen er bygget slik at dette er mulig, se 7.1. Vannet sirkuleres i så tilfelle til klore er innblandet, og ny klorprøve tas etter 30 minutter. Prosedyren gjentas til klorrest påvises. Dette er en likevel en noe uheldig situasjon, da det kan være vanskelig å få klore godt nok innblandet i vannmassene. Det anbefales derfor at man doserer mer klor enn minstekravet for å unngå slike uheldige situasjoner. Det er fornuftig å ta sikte på å oppnå en fri klorrest på ca 0,3 mg/l etter 30 minutter.

Dersom for høyt innhold av klor påvises, kan vannet fortynnes med vann fra andre lagertanker. Vannet kan også lagres noen døgn før det tas til forbruk. Klorinnholdet vil da bli redusert. Det er heller ikke noen helsemessige betenkeligheter ved å bruke vann med klorinnhold på helt opptil 5,0 mg/l, men da dette vannet vil lukte og smake klor, bør man prøve å unngå dette. Dersom vannet likevel må tas i bruk, må mannskapet informeres på forhånd om disse forholdene, se vedlegg 12 om desinfeksjon av ledningsnett.

## 7.4 Journalføring

I forbindelse med bunkring er det viktig å journalføre en rekke forhold. Dette gjør at det ved neste bunkring er mulig å justere klordoseringen i tråd med de erfaringer man får. Videre har det ofte vist seg at mange vannkvalitetsproblemer henger sammen med bunkring, enten på grunn av leveranser med dårlig vann eller fordi bunkringen gjennomføres på feil måte. Bunkringsjournalen er et viktig redskap i arbeidet med å løse disse problemene. Vedlegg 5 er et eksempel på en slik journal.

## 8. Vannbehandling for å sikre vannets kvalitet

Både vann som bunkres og vann som produseres fra sjøvann, må behandles for å sikre at vannet tilfredsstiller kravene i drikkevannsforskriften, og ulike vannbehandlingsmetoder kan være aktuelle. I dette kapitlet omtales kun de mest sentrale.

Vann som produseres fra sjøvann må gjøres mindre korrosivt, se 8.1. Alt drikkevann offshore skal desinfiseres. Desinfeksjon er en prosess som inaktiverer ("dreper") smittsomme mikrober eller reduserer antallet smittsomme mikrober til et nivå som ikke lenger medfører smittefare. Desinfeksjon av drikkevann på offshoreinnretninger gjøres ved klorering eller UV-bestråling, se 8.2 og 8.3. Bunkringsvann skal desinfiseres med klor under overføringen til drikkevannstankene, og både bunkret og produsert vann skal dessuten desinfiseres når vannet ledes ut på distribusjonsnett. Vanligvis anvendes da UV-bestråling, men det er også akseptabelt med en desinfeksjonsløsning som sikrer at vannet til enhver tid inneholder fritt klor. Alle tilsetningsstoffer til drikkevann, for eksempel klor, filtermasser, rengjøringsmidler etc. skal være godkjent, se 2.5.3.

### 8.1 Korrosjonskontroll

Korrosjon i drikkevannssammenheng er at drikkevannet tærer på metallet i ledningsnett, behandlingenheter og armatur, på samme måte som en bil er utsatt for korrosjon når forskjellige faktorer i omgivelsene gjør at den rustet. Korrosjonens bakgrunn, kjemi og bruksmessige og helsemessige konsekvenser omtales under 4.2.3, mens vi i det følgende omtaler vannbehandling for å redusere korrosjon.

Den vanligste metoden for korrosjonskontroll som anvendes offshore, er å la vannet passere et filter med en masse av dolomitt, men kalkstein benyttes også. Bruk av vannglass er en annen metode for korrosjonskontroll som er anvendt med hell, både på land og offshore, og slike anlegg krever ikke bruk av filter.

#### 8.1.1 Alkaliseringfilter

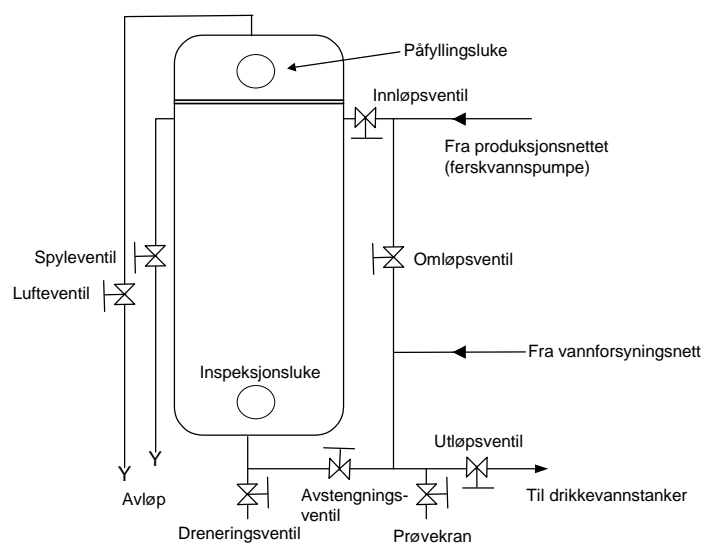
Slike filtre går under flere navn, for eksempel smaksfilter, kalkfilter, marmorfilter, oppherdingsanlegg, rehardeningfilter med mer, og de kan

bygges opp på forskjellige måter og inneholde ulike typer filtermaterialer. Effekten av disse filtermaterialene varierer.

Oppherdingsanlegg har CO<sub>2</sub>-dosering før et alkaliseringfilter, og øker kalsium- og hydrogenkarbonatinnholdet (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), og pH stabiliseres innen det gunstigste området. Anlegg uten CO<sub>2</sub>-dosering gir større svingninger i pH, både i forbindelse med produksjonen og utover i ledningsnett, og dermed havner man fort utenfor det mest gunstige pH-intervallet. Oppherdingsanlegg er derfor å anbefale framfor anlegg uten CO<sub>2</sub>-dosering.

#### Teknisk utforming

Figur 8.1 viser et filter, med innløp øverst og utløp i bunn. Denne typen filter må alltid bygges med anordning for returspyling. På dette anlegget tas spylevannet fra distribusjonsnett og ledes gjennom omløpsventilen, opp gjennom filteret (løfter massen) og ut spyleavløpet. Da det er nødvendig med relativt høyt trykk ved spyling, er det ofte ikke tilstrekkelig å bruke samme pumpe som føder vannet gjennom filteret ved normal drift. Spylevannet skal være av drikkevannskvalitet. Filteret må bygges med påfyllingsluke og dreneringsluke, og det må være mulig å tømme det for filtermasse og deretter rengjøre det. Beskyttelsesbelegg inne i filteret skal være godkjent for bruk i drikkevannsanlegg.



Figur 8.1: Filteret må bygges slik at det er lett å komme til ved rengjøring, utskiftning av masse og annet vedlikehold (Ill.: Karin Melsom)



### **Dolomittfilter (halvbrent dolomitt)**

Filtre med halvbrent dolomitt er de mest kompakte, og brukes derfor ofte offshore. Vannet passerer filtermasse av halvbrent dolomitt,  $\text{Ca}(\text{CO}_3)\text{MgO}$ , og noe av massen løses i vannet. Dersom  $\text{CO}_2$ -gass doseres til vannet før filteret oppnås høyere hardhet og alkalitet, samtidig som pH-verdien stabiliseres rundt 8. Uten  $\text{CO}_2$ -gass kan denne filtermassen gi ekstremt høye pH-verdier (pH 11-12), og dette anbefales derfor ikke. Virkningsgraden av filtermassen avtar etter en tids bruk. Til å begynne med fås en rask utløsning av  $\text{MgO}$ , som gir vannet høy pH, mens eldet masse vesentlig består av  $\text{CaCO}_3$ , som er mindre vannløselig og dermed gir mindre effekt. Ny filtermasse må tilsettes med jevne mellomrom, og all filtermasse må skiftes etter en viss tid.

### **Kalksteinsfilter/marmorfilter**

Knust kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ , marmor) brukes på samme måte som dolomitt, men på grunn av mindre løselighet og kjemisk sammensetning, vil pH ikke kunne nå så høye verdier som for dolomitt. Med helt ny filtermasse kan pH-verdien komme opp mot 8,5 uten  $\text{CO}_2$ -tilsetning, mens den med  $\text{CO}_2$ -tilsetning stabiliseres rundt 8. For å oppnå tilstrekkelig oppløsning av kalksteinen, er det viktig med stor kontaktflate. Kornstørrelse på 1-3 mm og filterdybde på minst 1 m er vanlig. Det er videre viktig at belastningen på filteret ikke er for stor, slik at kontakttiden blir tilstrekkelig. Marmorfiltere er enkle i drift, og har den fordel i forhold til andre metoder for alkalisering at pH-verdien ikke vil kunne komme over kravene i drikkevannsforskriften. Marmor må etterfylles jevnlig for å opprettholde en jevn gradering på massen.

### **Drift og vedlikehold**

Filtermassen pakkes stadig sammen under bruk, og filteret kan tette seg. Filteret må derfor jevnlig tilbakespyles. En del stoffer i massen løses ikke ut i vannet og blir akkumulert i filtertanken. Noe av dette blir spylt ut under tilbakespylingen, men etter en tids bruk må tanken likevel tømmes for dette materialet, før ny masse påfylles. Det har vært eksempler på at mikroorganismer har etablert seg i filtermassen grunnet for dårlig vedlikehold, og forårsaket høye kimtall i drikkevannstankene. Filteret må derfor rengjøres og desinfiseres minst en gang årlig på lik linje med resten av drikkevannssystemet.

### **8.1.2 Vannglass**

Tilsetning av vannglass (natriumsilikat) reduserer også korrosjon. Det er blandede erfaringer med bruken, men vannglass kan gi omtrent like god korrosjonsbeskyttelse som alkalisering. Effekten er blant annet avhengig av vannkvalitet og rørmateriale. Bruk av vannglass er spesielt aktuelt i ledningsnett av syrefast rustfritt stål, hvor de siste framføringsrørene til tappekraner er i kopper. Hvis vannglass tas i bruk i nett av galvanisert jern, vil man kunne oppleve at rustforbindelser vaskes ut i en periode før vannkvaliteten stabiliseres.

Effekten av vannglass er best i surt og bløtt vann. Nødvendig dose vannglass øker med økende konsentrasjon av salter, økende hardhet og økende temperatur i vannet som skal behandles. Eksakt virkningsmekanisme er lite kjent. Silikationene kan bidra til å hindre utfelling av metallioner, for eksempel treverdige jern, og gir dermed mindre vekst av rustknoller i ledninger av jern og stål. Vannglass kan også danne en hinne av utfelt kisel-syre og metallsilikater på rørenes overflate, som skal virke korrosjonshindrende.

Vannglass omsettes vanligvis oppløst i vann, og skal være godkjent, se 2.3.4. Dosering gjøres normalt med mengdestyrt pumpe. Vannglass er enklere i bruk enn alkaliseringsfiltre, og man unngår også risikoen for mikrobiologisk oppvekst som filtre medfører.

## **8.2 Desinfeksjon ved klorering**

Klor er fremdeles det hyppigst brukte middel til desinfeksjon av drikkevann i verden, og klorering av drikkevann medfører ingen helserisiko, se 4.1.2. Offshore brukes klorformene kalsiumhypokloritt ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) og natriumhypokloritt ( $\text{NaOCl}$ ). Felles for disse er at de danner de samme aktive klorforbindelsene i vann, nemlig underklorosyring ( $\text{HOCl}$ ) og hypoklorittion ( $\text{OCl}^-$ ). En fellesbetegnelse for disse aktive klorforbindelsene er "fritt klor". Fritt klor er ustabil, og reagerer med organisk materiale i vannet, og reduseres til klorid. Noe av kloren reagerer med ammoniumforbindelser i vannet og blir til "bundet klor". Innholdet av organisk materiale er normalt størst i bunkret vann, og man trenger høyere klordoser for å desinfisere slikt vann.

Klor inaktiverer bakterier ved at den angriper celleveggen, og videre trenger inn i cellene og ødelegger enzymssystemene. Virus inaktiveres både ved at proteinkappen angripes, slik at evnen til å angripe ødelegges, og ved at arvestoffet ødelegges. Da klore bruker en viss tid på disse prosessene, stiller drikkevannsforskriften krav om at det skal kunne påvises en fri klorrest på minst 0,05 mg/l etter 30 minutters kontakttid.

Erfaringsmessig har det vist seg vanskelig å få sikker påvisning av konsentrasjoner under 0,1 mg/l med de analysemetodene som benyttes offshore. For at effekten av den tilsatte klore skal bli best mulig, bør klor tilsettes så tidlig som mulig på bunkringslinjen. En tilsetning av klor på 0,3-0,5 mg/l kan være tilstrekkelig, men dersom det bunkres vann med høyt fargetall kan en dose på mer enn 1 mg/l være nødvendig for å få tilstrekkelig mengde restklor. Dersom man ikke kan påvise klorrest over 0,05 mg/l etter 30 minutter, er ikke vannet tilstrekkelig desinfisert. Da må vannet dumpes, med mindre drikkevannsanlegget er utformet slik at det er mulig å tilsette *og innblande* ekstra klor, se 7.3.3. Beregninger av klormengder, utblanding av klorløsning m.v. er omtalt i vedlegg 11.

### 8.2.1 Vannkvalitetens betydning

Fargen på vannet sier mye om innholdet av organisk materiale, selv om for eksempel mye jern (rust) også kan gi vannet farge. Jo mer organisk materiale det er i vannet som skal desinfiseres, jo mer fritt klor vil reagere med det organiske stoffet (fig. 8.2). Dette kalles vannets klorbehov. Det varierer derfor hvor mye klor som må tilsettes for at det fortsatt skal være fritt klor i vannet etter 30 minutters kontakttid. Erfaringsmessig er det vanligvis tilstrekkelig å tilsette 1 gram klor per tonn (= 1 m<sup>3</sup>), noe som tilsvarer 1 mg klor per liter. Da vann har ulikt klorbehov, må dette bare anses som veiledende.

Det å forutse vannets klorbehov, er ofte et større problem for mange vannverk på land, da vannkvaliteten der varierer mer enn den gjør offshore. Årsaken er at man offshore har bedre kontroll, fordi egenprodusert vann har svært lavt klorbehov, og fordi man ved bunkring sjekker om vannet har for mye farge før man aksepterer det. Man skal likevel være klar over at det fortsatt finnes norske vannverk som leverer vann til forsyningsfartøy,



Figur 8.2: Vann som er misfarget av humus krever langt mer klor ved desinfisering enn klart vann (Foto: Bjørn Løfsgaard)

som ikke har tilfredsstillende vannkvalitet med hensyn til farge. Høyt fargetall skyldes vanligvis høyt innhold av humus, som er tungt nedbrytbart organisk materiale. Humusfarget vann har stort klorbehov, og har flere ganger skapt problemer på innretninger ved at det ikke er tilsatt nok klor under bunkringen.

I Norge er det, i motsetning til mange andre land, tradisjon for at vann ikke skal ha en utpreget klorsmak. Innholdet av restklor i vannet etter desinfisering skal derfor ikke overstige 0,5 mg/l. Et unntak her er ved desinfeksjon av ledningsnett, se kapittel 9.2. Generelt vil ubehag med lukt og smak av klor tilta jo mer organisk stoff det er i vannet. Årsaken er at det er klororganiske stoffer som gir lukt- og smaksproblemer, i motsetning til fritt klor, som i de konsentrasjonene som benyttes i Norge, er lukt- og smaksfri. Blant annet for å unngå dette problemet, skal ikke bunkringsvann som er misfarget tas imot.

Forsøk har vist at klor er 50 ganger mer effektivt overfor bakterier i surt miljø enn i alkalisk miljø. Ved pH<7 foreligger den overveiende delen av klorinnholdet som underklorisyrling (HOCl), mens det mindre aktive hypoklorittionet (OCl<sup>-</sup>) er dominerende ved pH>8. Det er derfor best at desinfeksjonen foregår før vannet alkaliseres.

### 8.2.2 Natriumhypokloritt

Natriumhypokloritt (NaOCl) leveres i væskeform, og er derfor lett å bruke. Ulempen med natriumhypokloritt er at den har begrenset holdbarhet, fordi den brytes ned over tid. Dersom den utsettes for lys og/eller varme, brytes de aktive klorforbindelsene raskere ned. En vanlig årsak til at vannet ikke blir tilstrekkelig desinfisert, dvs. at det kan

påvises fritt klor i vannet etter en halv time, er at natriumhypoklorittløsningen er for gammel.

Nylaget er vanligvis konsentrasjonen 160-170 gram/liter, og kalles 15 % løsning. Fordi den brytes ned over tid, er det bedre å gå ut i fra at den er 10 % og ikke 15 %. Natriumhypokloritt bør ikke oppbevares i mer enn 3 måneder etter produksjonsdato, men i kjøleskap aksepteres det at den oppbevares i inntil 6 måneder. Holdbarheten kan bedres vesentlig ved å fortynne natriumhypokloritten med rent vann til halv styrke umiddelbart etter mottak.

Klorløsningen kan tilsettes direkte uten å blande den ut med vann på forhånd, men dersom det er god kapasitet på klordoseringspumpen er det en fordel å tynne ut løsningen, gjerne ned mot 1 % styrke, for å oppnå bedre innblanding og styring. Natriumhypokloritt er en sterkt alkalisk løsning (pH 10-11), og siden lut er etsende må nødvendige forholdsregler tas. Det er hovedsakelig øyne og tynn hud som er utsatt, så husk øyeskylleflaske. Klær blir også lett ødelagt av klor. Les databladet nøye og bruk ansiktsbeskyttelse, gummiforkle, gummihansker og eventuelt annet verneutstyr som kommer fram av databladet. I sammenheng med drift av bassengbad har det vært ulykker med at natriumhypokloritt er blitt blandet med syre, og resultert i utvikling av klogass, som er svært giftig. Tilsvarende ulykker er ikke kjent i drikkevannssammenheng, men man skal likevel være klar over faren, med tanke på oppbevaring og bruk av kjemikalier.

Natriumhypokloritt kan også fremstilles ved elektrolyse av koksalt (NaCl), såkalt elektroklorering. Flere innretninger offshore benytter elektroklorering i sjøvannsinntaket for å hindre skjell/planter eller annen organisk vekst der. Man skal her være klar over at underklorsyrling fordampes ved en lavere temperatur enn vann, og vil derfor konsentreres i vannet ved produksjon av drikkevann i en evaporator. Dette kan gi smak- og luktproblemer, samt enkelte uønskede biprodukter, se 6.2.

### 8.2.3 Kalsiumhypokloritt

Fordelen med kalsiumhypokloritt ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) er at kjemikaliet har tilnærmet ubegrenset holdbarhet i pulverform, men oppløst i vann brytes klore ned over tid på samme måte som natriumhypokloritt. Arbeidsmiljømessig gjelder de samme hensynene

som for natriumhypokloritt, se 8.2.2. Vanligvis inneholder kjemikaliet 60-65 % klor, men reklamen sier likevel ofte 70 %. Kjemikaliet inneholder 2-10 % hydratkalk som er svært vanskelig å løse opp, og det blir et bunnfall i tanken som bør skilles fra før dosering for å hindre gjentetting av dyser. Alternativt løftes sugeslangen som går til klordoseringspumpen, tilstrekkelig opp slik at bunnfall ikke suges inn.

### 8.2.4 Teknisk utforming

Det bør være fast montert doseringsanlegg for tilføring av klor på bunkringslinjen, og det er en fordel om doseringspunkt er plassert så tidlig som mulig på bunkringslinje for å oppnå god innblanding. Ved å installere en felles påfyllingslinje til drikkevannstankene fra bunkringsstasjonene, er det tilstrekkelig med ett doseringsanlegg for klor. Dersom klor brukes for å desinfisere egenprodusert vann, bør klore tilsettes før alkaliseringsfilter, da klore virker best i surt miljø. Det må være mulig å tilsette mer klor via sirkulasjonssløyfe.

Anlegget bør utformes med korte rørstrekk og liten slangedimensjon fra klortank til bunkringsrør. Klorpumper og klortank må ha rett kapasitet i forhold til det klorløsningsvolum som skal brukes, og doseringsanlegget må tilpasses vannmengdene som leveres fra forsyningsfartøyene med høyest pumpekapasitet. Klortanken må være merket og



Figur 8.3: Mengdestyrt kloreringsanlegg, trygt plassert i et skap (Foto: Bjørn Løfsgaard)

tett, den bør ha vanntilførsel fra drikkevannsnettet, og bør av arbeidsmiljøhensyn også ha lett tilgjengelig dreneringsventil med lukket avløp. Dersom kalsiumhypokloritt benyttes, bør tanken utstyres med en omrører for å få løst opp pulveret.

Best innblanding av klor får man dersom pumpehastigheten på klordoseringspumpen styres av en strømningsmåler som registrerer hastigheten på vannet som blir overført til lagertankene (fig. 8.3). Erfaringene med mengdestyrt dosering er gode, da man enkelt får blandet riktig mengde klor ut i hele vannmassen som bunkres. Risikoen for feilhandlinger reduseres med et slikt system, da klordoseringen stopper dersom bunkringen avbrytes, mens man med manuelt styrt pumpe ikke har noen tilsvarende kontroll på at klordoseringen følger bunkringsvannstrømmen. På nye innretninger, og ved oppgraderinger av eksisterende drikkevannsanlegg, bør derfor mengdestyrt dosering foretrekkes, se innretningforskriftens § 19.

### 8.2.5 Drift og vedlikehold

En fordel med klor som desinfeksjonsmetode, er at apparaturen er enkel. Apparaturen kan likevel være utsatt for teknisk svikt, og spesielt sliter klorene på pakninger. Man skal også være klar over at de tynne ledningene som fører klor kan komme i klem etc. Derfor bør hele klordoseringsanlegget kontrolleres regelmessig, og Folkehelseinstituttet anbefaler at det gjøres minst hver tredje måned. Da bør også klordoseringsstanken kontrolleres og rengjøres. Dersom kalsiumhypokloritt benyttes, vil det danne seg et bunnfall i tanken, og tanken må inspiseres og rengjøres hyppigere.

Det er viktig at man sjekker at pumpen suger, og at klorløsningen når drikkevannet. Det er eksempler på at pumpen bare har sugd luft. Nødvendige reservedeler skal finnes på lager. Klorpumper er billige, sett i forhold til de konsekvensene manglende desinfisering kan gi, og det bør derfor alltid finnes en reservepumpe på lager.

Punktene nedenfor er ofte årsaken dersom restklor mangler 30 minutter etter avsluttet bunkring:

- Defekt pumpe/klorledning i klem
- Tilsatt for lite klor, se klorberegning i vedl. 11
- For gammel natriumhypokloritt
- Ikke god nok innblanding av klor
- Høyt innhold av organisk materiale i vannet

Det har også vært foretatt vannprøver offshore hvor nivået på fritt klor er blitt målt til å ligge langt over nivået for totalt klor. Slike prøveresultater kan ikke stemme. Tilstrekkelig opplæring av driftspersonellet er nødvendig for å sikre at analysene blir korrekt utført, se 3.2.

## 8.3 Desinfeksjon ved UV-bestråling

Oppfinnelsen av kvikksølvlampen i 1901 og oppdagelsen av kvartsglassets gjennomtrengelighet for ultrafiolett (UV) lys i 1906 la det teknologiske grunnlaget for bruk av UV-bestråling som desinfeksjonsmetode for vann. Den rivende teknologiske utviklingen som har skjedd innenfor UV-teknologien de senere år, har ført til at UV-desinfeksjon nå fremstår som mer effektivt alternativ enn klordesinfeksjon. Norge har vært et foregangsland i å ta i bruk UV-bestråling til drikkevannsdessinfeksjon, og størstedelen av innretningene offshore benytter UV i sin vannbehandling.

UV-lys er en del av lysspektret i sollyset, og kan deles inn i UV-A, UV-B og UV-C. Hud skades av store doser UV-lys, som skyldes langvarig eller intens bestråling fra sollys eller menneskeskapt UV-kilder som sveiseflammer, solarier eller lys fra UV-anlegg. Høye doser UV-lys kan også føre til synsskade og hudkreft. UV-A er minst og UV-C mest skadelig. Atmosfæren filtrerer heldigvis bort UV-C og mesteparten av UV-B.

For at mikrober skal settes ut av spill, må de utsettes for en tilstrekkelig høy UV-dose. Dette oppnås ved å utsette dem for intens UV-C-bestråling i tilstrekkelig lang tid. UV-dosen de får er en funksjon av lysintensitet og oppholdstid (fig. 8.3).

### 8.3.1 Vannkvalitetens betydning

Farget og turbid vann kan skape problemer ved UV-desinfisering, se 4.2.2, fordi intensiteten i kammeret går ned, slik at UV-dosen blir for lav (fig. 8.3). Farget og turbid vann kan likevel desinfiseres ved at det ledes mindre vann gjennom UV-anlegget, slik at oppholdstiden i kammeret blir lengre. Partikler i vannet vil i tillegg kunne "skjerme" mikrober (fig. 8.4). Dette er gjerne et problem offshore dersom slam i bunnen av lagertankene suges inn i drikkevannsinntaket. Urolig vær kan også virvle opp slam i tankene. Partikkelinnholdet i vann måles som turbiditet.

Kjemiske parametre som jern og mangan kan skitne til kvartsrørene og redusere UV-intensitet. Tilsvarende kan belegg av kalk fra alkaliseringsfilteret legge seg på kvartsglass. Regelmessig renhold er derfor viktig.



Figur 8.4: I urolig vær kan partikler og slam i drikkevannstanker bli virvlet opp og sugd inn i drikkevannsnettet, der de reduserer effekten av UV-anlegget (Foto: Bjørn Løfsgaard)

### 8.3.2 Teknisk utforming, dimensjonering og typegodkjenning

UV-anlegget skal være siste behandlingstrinn før vannet sendes ut på nett. Typegodkjente UV-enheter er vurdert av Folkehelseinstituttet, se 2.3.4. Ordningen sikrer at UV-enhetene oppfyller minimumskrav med hensyn til desinfeksjonseffekt og kontroll-/overvåkingsutstyr.

For at typegodkjenningen skal gjelde, må UV-anlegg ha minst to UV-enheter i parallell. Hvis det er to enheter, må hver enhet kunne desinfisere 100 % av dimensjonerende vannmengde, mens ved tre enheter må hver enhet minimum dekke 50 % av vannmengden. Dermed kan vannforsyningen opprettholdes ved feil på en av enhetene, samt under rutinemessig service ved anlegget.

Typegodkjenningen krever at UV-anlegg dimensjoneres for maksimalt vannuttak og for den dårligste vannkvaliteten med hensyn til farge og turbiditet. Videre skal hver enhet skal ha en UV-sensor i hvert strålingskammer for å overvåke intensiteten. Det skal også være en signallampe for hvert UV-strålerør som viser om alle UV-strålerørene lyser, en alarm som gir signal dersom et strålerør er gått eller dersom intensiteten er for lav, samt en timeteller for hver enhet som viser

antall timer strålerørene har vært innkoplet. Hver UV-enhet skal ha en magnetventil som stenger vannleveransen ved strømbrydd, svikt av enkeltstrålerør i UV-enheten eller dersom UV-sensoren viser at intensiteten i kammeret er for lav.

For feilsøking bør det være montert prøvetakingskraner like før og like etter UV-anlegget. Er kimtall høye både før og etter UV-anlegget, viser dette at anlegget ikke fungerer (fig. 8.5).



Figur 8.5: UV-anlegg med kraner som muliggjør vannprøver før og etter desinfeksjon (Foto: Eyvind Andersen)

Dersom vann skal kunne ledes ut på forsyningsnettet i omløp forbi UV-anlegget, eller gjennom UV-anlegget i perioder hvor dette ikke fungerer, må anlegget være konstruert slik at det er mulig å sikre at vannet i slike perioder alltid inneholder fri klor. For å hindre høy temperatur i UV-kammeret, som igjen kan føre til at magnetventilen stenger, er det fornuftig å installere en anordning for å sikre kontinuerlig vanngjennomstrømming i UV-kamrene. UV-anlegg bør ha mikrofilter foran hver enhet. Dette sikrer at anlegget fungerer også når vannet er turbid grunnet korrosjon, begroing etc. Patronfilter benyttes offshore, og må byttes etter en viss driftstid.

### 8.3.3 Drift og vedlikehold

Et vannbehandlingsanlegg bør ha daglig tilsyn. Dersom feil på UV-anlegget gir alarm til bemannet kontrollrom, kan tilsynet reduseres. Alle forhold kan imidlertid ikke fjernovervåkes, og en ukentlig kontroll av UV-anlegget bør være et minimum (fig. 8.6). Alle driftsbesøk journalføres, med opplysninger om avlesninger og utført arbeid.

*Se aldri på lysende UV-strålerør uten beskyttelsesbriller, da dette vil skade øynene.* Virkningen merkes som regel ikke før noen timer etter eksponering. Slike skalder har flere ganger skjedd offshore. «Slør» rundt lyspunkter og «sandpapir» på øynene er milde reaksjoner når man har stirret på UV-lys. Midlertidig blindhet eller vedvarende blindhet kan oppstå i alvorligere tilfeller. Søk lege snarest ved slike symptomer!

Det skal alltid være tilgjengelig en instruks på norsk for drift av UV-anlegget. Instruksen skal angi drifts- og vedlikeholdsrutiner, blant annet beskrivelse av hvordan UV-strålerørene skiftes og hvordan rengjøringen foretas. Leverandørens vedlikeholdsprosedyrer skal følges. Minimumsfrekvensen for oppfølging av sentrale funksjoner bør være som følger:

### Intensitetsmåler

UV-intensitetsmåleren avleses minimum hver uke. Der det ikke er installert automatisk varsling ved alarm, avleses måleren daglig. Intensitetsmåler og alarmgrense skal ikke justeres av andre enn leverandør/produsent, eller av fagpersonell med kunnskap om kalibrering, og da i forståelse med leverandør/produsent. Kalibrering bør normalt foretas årlig.

Ved lav intensitet må årsaken finnes og feil korrigeres umiddelbart. Dersom det har lagt seg et belegg på kvartsrør eller sensorøye, skal *hele* innsiden rengjøres nøye. En må også sjekke andre enheter i anlegget. Dersom UV-strålerørene gir for lav intensitet, må de byttes. Årsaken til lav intensitet kan også være at vannkvaliteten er blitt for dårlig, for eksempel etter en bunkring eller i forbindelse med skifte av drikkevannstank.

### Signallamper og timeteller

Signallamper for UV-strålerør og timeteller sjekkes minimum ukentlig. UV-strålerørene skal skiftes før stråleeffekten er redusert med 20-40 % eller etter leverandørens anvisning. Strålerørene skal også byttes dersom timetelleren indikerer at strålerørenes maksimale driftstid er nådd.

Normal driftstid for lavtrykksrør er 8000 timer og for mellomtrykksrør 3000 timer. Dersom UV-enheten består av flere strålerør, bør alle rørene byttes på en gang. Man har mye bedre kontroll over intensiteten i kammeret dersom alle stråle-

rørene har tilnærmet lik intensitet. Et unntak er dersom et rør ryker etter kort tid, men ved neste utskiftning bør alle rørene skiftes ut som normalt, også de nyeste. OBS! Bruk alltid den typen UV-strålerør som er angitt i typegodkjenningen. Andre UV-strålerør, som passer og kan se helt like ut, har ofte ikke samme effekt som originalrørene. Dersom slike UV-strålerør benyttes, gjelder ikke typegodkjenningen.

### Rengjøring

Bestrålingskammer (kvartsrør, sensorøye, reflektorer o.l.) må rengjøres jevnlig, avhengig av vannkvalitet; minimum en gang per kvartal. Hvis anlegget er utstyrt med mekanismer for rengjøring (børster, slepering av gummi eller liknende) må effektiviteten av disse sjekkes. Rengjøringsmekanismene må også rengjøres regelmessig, minimum en gang per halvår. Dersom det er jern eller mangan i vannet, kan dette ”brenne” seg fast på kvartsglassene. Som regel kan dette fjernes ved syrevask, men det hender at belegget må skrubbes bort for hånd.

### Reservedeler

Innretningen skal ha reservedeler som er kritiske for anleggets funksjon, som strålerør (komplett sett), kvartsrør, pakninger, relé for strålerør, sikringer, tenntatser og pærer for indikatorlampe. Videre skal reserveutstyr for UV-intensitetsmåler og alarmfunksjon være tilgjengelig.



Figur 8.6: Kontrollpanel for UV-anlegg med to UV-strålerør. Blått lys viser at strålerør nummer to er i drift og fungerer. Midt på bildet skimtes timeteller (sort) og UV-intensitetsmålerskive (Foto: Eyvind Andersen)

#### **8.4 Filtrering gjennom aktivert kull**

Bruk av kullfilter kan løse enkelte vannkvalitetsproblemer, da det effektivt fjerner stoff som kan forekomme i vann på grunn av forurensning. Slike stoff gir vanligvis uønsket lukt og smak, og kan i enkelte tilfeller også være helsemessig betenkelige, se 4.2.1. Behov for kullfiltre reflekterer likevel dårlig drift eller uheldige tekniske løsninger, og bør derfor normalt være unødvendig. Kullfiltre har vist seg effektivt blant annet mot uønsket smak eller andre problemer grunnet:

- Klor
- Kloreringsbiprodukter som trihalometaner etc.

- Avfallsstoffer fra alger
- Løsemidler fra overflatebelegg i drikkevannstanker

Jevnlig vedlikehold av filteret er viktig både med tanke på effektiviteten, men også fordi bakterier kan etablere seg i filteret grunnet gode vekstvilkår, og gi problemer med høye kimtall. I dag leveres de fleste filtrene med filtermasse i form av patroner. I og med at filteret binder klor, må det fjernes under den årlige desinfiseringen av ledningsnett, og det må skiftes i henhold til leverandørens anbefalinger. Grunnet risiko for oppblomstring av bakterier i filteret, skal det alltid plasseres før UV-anlegg.

## 9. Lagertanker og vannforsyningsnett

Vann som bunkres eller produseres fra sjøvann, blir etter vannbehandling ledet til drikkevannstanker og derfra til forbrukerne via distribusjonsnett- et. Hydrofortanker og dagtanker/høydebasseng som benyttes for å trykksette vannforsyningsnett- et, inngår også i begrepet drikkevannstanker.

### 9.1 Drikkevannstanker

Innretningen skal til enhver tid ha nok drikkevann på lager. Nødvendig antall lagertanker og lagret vannvolum avhenger av produksjonskapasitet og vannbehov. Det skal være tilgjengelig 200 liter drikkevann per person i døgnet. Dersom tankene har en uheldig utforming, må man påregne økte vedlikeholdskostnader, i form av et hyppigere og mer tidkrevende vedlikehold. Uheldig utforming kan også føre til dårlig vannkvalitet.

#### 9.1.1 Lagerkapasitet

Eier/operatør skal kunne dokumentere at det under enhver omstendighet kan leveres nok hygienisk betryggende drikkevann. Hvor mye vann som til skal være i reserve om bord, må avgjøres i hvert enkelt tilfelle, ut fra hvor sårbart drikkevannsanlegget er. Det skal alltid være en reserve tilsvarende minst to dagers normalforbruk.

Drikkevannsanlegg som utelukkende bunkrer vann, er sårbare fordi bunkring i perioder med dårlig vær kan være vanskelig. Kvaliteten på bunkret vann er også mer usikker. Det kreves derfor stor lagerkapasitet i et drikkevannsanlegg som utelukkende baseres på bunkring. Anlegg som også baseres på egenprodusert vann er mindre sårbare, og sikkerheten for at vannproduk-

sjonen kan gå uavbrutt øker dersom man har flere vannproduksjonsenheter. Lagerkapasiteten for slike anlegg kan reduseres, og den kan reduseres ytterligere dersom det benyttes flere separate tanker.

Innretninger som ikke produserer vann, bør ha minst tre lagertanker for drikkevann. Hvis en slik innretning bare har to tanker, og en av disse tankene er ute av drift, kan man ikke bunkre vann forskriftsmessig. Årsaken er at tanken det bunkres til, skal være isolert fram til fritt klor er påvist i vannet 30 minutter etter avsluttet bunkring. Med en tank ute av drift vil man ikke ha tilgjengelig vann i slike situasjoner.

Problemer med liten lagerkapasitet oppstår vanligvis når en av tankene skal rengjøres og/eller få nytt overflatebelegg. Da må tanken tas ut av drift i mange døgn, samtidig som store vannmengder ofte går med under dette vedlikeholdsarbeidet. Det hender også at tanker er satt ut av drift i flere uker etter vedlikeholdsarbeid, fordi manglende herding av overflatebelegg har ført til smak/lukt på drikkevannet. Plutselig forurensning av en drikkevannstank kan også sette den ut av drift en periode. I tabell 9.1 er minimum lagerkapasitet anslått for forskjellige anleggstyper.

Drikkevannsanlegget bør av hygieniske årsaker driftes slik at vannets oppholdstid i tankene ikke overstiger 20 dager ved normal drift. Årsaken er at organisk materiale kan gå i forråtnelse, samt at overflatebelegg i lagertankene kan gi noe tilførsel av stoffer som gir smak over et så langt tidsrom.

Tabell 9.1: Veiledende verdier for et minimum av total lagerkapasitet oppgitt i antall døgn forbruk. Det forutsettes at lagerkapasiteten til de forskjellige tankene er tilnærmet likt fordelt.

Anbefalt total lagerkapasitet for:	Antall lagertanker	
	2	3 eller flere
Anlegg som utelukkende baseres på bunkring	Anbefales ikke!	20 døgnns kapasitet
Anlegg som har ett produksjonsanlegg med 100 % kapasitet i tillegg til bunkring	20 døgnns kapasitet	15 døgnns kapasitet
Anlegg som har to produksjonsanlegg med 50 % kapasitet hver i tillegg til bunkring	15 døgnns kapasitet	10 døgnns kapasitet
Anlegg som har tre produksjonsanlegg med 50 % eller to med 100 % kapasitet hver i tillegg til bunkring	8 døgnns kapasitet	5 døgnns kapasitet



### 9.1.2 Utforming og lokalisering

En drikkevannstank bør ha glattest mulig innvendig overflate og minst mulig innvendige kroker hvor mikrober kan feste seg, og siden blir vanskelige å fjerne. Innvendige spant og andre former for oppdeling av tankene bør i størst mulig grad unngås, da disse kan skape "lommer" av stillestående vann som ikke blir desinfisert, og som gir opphav til oppvekst av mikrober. Stor innvendig overflate i forhold til volum har gitt problemer med lukt og smak etter påføring av beskyttelsesbelegg, se 9.1.4. Arbeidsmiljøhensyn tilsier at tankene utformes slik at vedlikehold kan gjennomføres oppreist i gode arbeidsstillinger, og uten stillas.

Drikkevannstankene bør være lokalisert slik at de er best mulig beskyttet mot oppvarming fra omgivelsene, det være seg fra solen eller andre kilder til oppvarming. Drikkevann bør ha temperatur lavere enn 20 °C, og tankene bør lokaliseres på en slik måte at dette oppnås også om sommeren. Tankene skal videre være atskilte slik at en eventuell forurensning av én tank ikke samtidig forurenser de andre tankene, for dermed å forurense alt drikkevannet om bord. Tankene skal sikres mot forurensning, og skal ikke ha felles vegg med tanker som inneholder oljeprodukter, flytende kjemikalier m.v. Rørgjennomføringer for andre produkter enn drikkevann aksepteres normalt ikke, og må derfor legges i åpen kanal. Tankene skal videre være utrustet med lufteanordning, vannprøvekran, mannhull, nivåmåler, drenering og være beskyttet mot frost og varme.



Figur 9.1: Rester av en fugl funnet i drikkevannstanker. Den kom inn via bunkringslangen, ble sittende fast i en ventil, og ble spredt til alle tankene etter hvert som den gikk i oppløsning (Foto: Bildet brukes anonymt etter avtale med selskapet)

### Drikkevannsutttak

Drikkevannsutttaket må plasseres litt opp fra bunnen av tanken for å hindre at bunnslam kommer inn i drikkevannssystemet, da slam kan føre bakterier velberget gjennom UV-anlegg. Slam kan også gi driftsproblemer i forhold til UV-anlegg, ledningsnett og filtre.

### Lufteør

Drikkevannstankene skal ha lufteør som munner ut i friluft eller i et rent område. Normalt er det tilstrekkelig med ett lufteør til hver tank, men dersom tanken er inndelt i seksjoner med skott, må hvert skott lufte. Munningen må være beskyttet mot inntrenging av sjøvann, fugl og annet som kan forurense vannet (fig. 9.1). Den skal være tildekket med finmasket netting av et korrosjonsbestandig materiale.

### Drenering

Det skal være tilfredsstillende dreneringsmulighet. Stivere skal ha utsparinger mot bunnplate slik at tankene lett lar seg drenere fullstendig. Gulvet bør være skrått eller utstyrt med pumpe, slik at vannet lett ledes til dreneringspunktet (fig. 9.2). Dreneringsventil bør installeres i tankens laveste punkt. Dersom det ikke er mulig å drenere tankene ved selvføll, bør permanent pumpe installeres. Dessverre utføres ofte tanker med flat bunn uten sump. Drenering foregår da ofte gjennom drikkevannspumpene, noe som er uheldig dersom årsaken til at tanken dreneres, er at den er forurenset.



Figur 9.2: Lett drenerbar drikkevannstank uten innvendige spant og med buet bunn (Foto: Bjørn Løfsgaard)

## Vannprøvekran

I forbindelse med bunkring skal det skal være mulig å ta vannprøve for å dokumentere fri klorrest i vannet i en drikkevannstank uten at dette vannet samtidig ledes ut på distribusjonsnettet.

## Adkomstmulighet

Tanken skal ha mannhull slik at rengjøring og annet arbeid kan utføres. Normalt er det nok med ett mannhull, men på store tanker, og tanker med innvendige skott o.l. som begrenser framkommeligheten, kan det være en fordel med flere mannhull. Mannhullene må dekkes tett til med pakning mellom lokk og tank, slik at ikke forurensninger kan trenge inn i tankene.

Mannhullet må ha en størrelse og plassering som gjør det lett å komme inn i tanken med nødvendig utstyr til vedlikeholdsarbeid, som for eksempel utstyr til rengjøring og sandblåsing. På noen plattformer er taket i drikkevannstanken en del av dekket. Mannhull som er lokalisert på dekk skal være forsynt med opphøyd kant (minimum 5 cm) og ligge i "rent" område (fig. 9.3).

## Nivåmåling

Målesystemet bør være automatisk. Vannmengden i tankene kan da avleses i kontrollrommet til enhver tid, og systemet gir vanligvis alarm dersom vannstanden blir for lav. Peilestav anses ikke lengre for å være en akseptabel metode, mens visuell nivåmåling (seglass) fortsatt finnes på enkelte eldre innretninger.

### 9.1.3 Drift og vedlikehold

Under drift vil slam av organisk materiale, rustpartikler og liknende avleires på bunnen av tankene. Dette er godt vekstmedium for mikroorganismer. På veggene vil det dannes en tynnere slimliknende film, der bakterier ernærer seg av organisk stoff som festes der. Tankene skal rengjøres og desinfiseres minst en gang årlig, eller oftere ved behov. Erfaringsmessig må drikkevannstanker som utelukkende mottar bunkringsvann rengjøres minst to ganger i året, mens man i mange tilfeller kan klare seg med én gang årlig dersom man produserer vann selv. Rengjøres tankene for sjelden, vil begroingen bli svært vanskelig å fjerne. For øvrig skal tankene alltid desinfiseres etter arbeid i dem. Kravet til rengjøring og desinfeksjon gjelder også hydrofortanker og dagtanker/høydebasseng. Anbefalte retnings-

linjer for rengjøring og desinfisering er beskrevet i vedlegg 13.

Rengjøring og desinfisering planlegges nøye. Lagerkapasiteten i øvrige drikkevannstanker bør være fullt utnyttet. Man bør regne med at tanken som skal vedlikeholdes vil kunne være ute av drift i flere døgn. Dersom det er behov for nytt overflatebelegg, kan det ta lengre tid før tanken igjen kan brukes. I planleggingen bør vannbehov, herdevilkår, bemanning, mulighet for vannproduksjon med videre inngå. Ofte vil det være hensiktsmessig å gjøre vedlikehold om sommeren når vær og herdemuligheter er bra.

Under tanktilsynet skal det vurderes om rengjøring skjer hyppig nok. Dersom slamlaget på bunnen er ubetydelig og kimtallet er stabilt lavt, rengjøres tanken ofte nok. Man bør også legge merke til om det er vesentlig mindre slam rett under drikkevannsinntaket, da det tyder på at slam blir sugd opp i anlegget, og at inntaket derfor bør heves noe. Tankene skal ikke ha vesentlige korrosjonsskader. Man bør også sjekke at nivåmåleren og lufterørets netting og flottør er i orden. Resultatet av tilsynet journalføres.



Figur 9.3: Bildet viser lett tilgjengelig prøvetakingskran og mannhull for drikkevannstank (Foto: Eyvind Andersen)

### 9.1.4 Lukt- og smaksproblemer etter påføring av beskyttelsesbelegg

Lukt og smak på drikkevannet etter påføring av beskyttelsesbelegg i drikkevannstanker er dessverre ikke et uvanlig problem offshore. Noen av stoffene som gir lukt og smak er helsebetenkelige, og man skal ikke drikke vann som har uvant lukt og smak, se 4.2.1 og 4.3. Filtrering gjennom aktivert karbon har vist seg som et effektivt tiltak for å fjerne flere slike stoff, se 8.4.

Som regel er årsaken til problemene feil påføring og/eller mangelfull herding av belegget, se krav til sertifisering under 2.3.4. Feil påføring skyldes ofte at belegget påføres for tykt eller at man bruker feil tynnere, mens mangelfull herding skyldes at leverandørens anvisninger med hensyn til herdetid og -temperatur ikke er fulgt. Flere godkjente produkter kan ikke anvendes under drift offshore, da det vil være umulig å oppfylle herdevilkårene på grunn av lave temperaturer, kaldt stål og korte tidsfrister for arbeidet.

Tankenens plassering kan også gi opphav til herdeproblemer. Dersom tankene er værutsatte og/eller dårlig isolerte, vil yttersiden av tankveggen i kjølige perioder fortsatt være kald selv om det innvendig i tanken er herdetemperatur. Dette kan føre til at bare den ytterste delen av belegget herder, mens belegget nærmest tankveggen ikke vil være herdet. Dermed kan flyktige stoffer i lang tid fortsette å lekke ut til vannet (fig. 9.4).



Figur 9.4: Bildet viser en nymalt tank. Det at tanken har stor veggflate i forhold til volumet øker risikoen for oppvekst av mikroorganismer og for at det skal oppstå problemer med lukt og smak etter maling (Foto: Eyvind Andersen)

## 9.2 Vannforsyningsnett

Vannforsyningsnettet leder vann til boligkvarter, bysse og andre områder av plattformen, og kan bestå av transportpumper for drikkevann, dagtanker, trykkøkingsanlegg, varmtvannssystem og vannrør. Nettet trykkes enten ved kontinuerlig pumping eller ved at vann pumpes opp i et høydebasseng eller inn i en hydrofortank.

Erfaring viser at innretninger kan få ødelagt kvaliteten på drikkevannet på grunn av svakheter ved vannforsyningsnettet. Svakheterne kan bestå i dårlig kvalitet på rørsystemet eller at rørsystemet ikke er beregnet for den aktuelle vannkvaliteten. Dersom nettet ikke er tilstrekkelig sikret mot forurensning fra tilkoblede systemer, kan også dette gi uheldig vannkvalitet, og det anbefales sterkt at man unngår slike uheldige tilkoplinger, se 9.2.3. Manglende merking av vannforsyningsnett har også ført til at systemer som ikke skulle vært koplet til drikkevannssystemet, likevel er blitt koplet til. Merking letter også arbeid med å følge vannrørene i en krisesituasjon, der en forurensning så raskt som mulig må lokaliseres.

### 9.2.1 Trykksetting med hydroforanlegg eller dagtanker

Et hydroforanlegg består av trykkøkingspumper og en hydrofortank. Hydrofortanken er vanligvis 1-5 m<sup>3</sup>, avhengig av vannforbruket. Pumpen styres av nivået i trykktanken. Luftmengden i hydrofortanken opprettholdes med trykkluft. Denne trykkluften skal være fri for partikler og olje, og må filtreres hvis det er fare for at den inneholder slike stoffer. Alternativt kan membrantank være en god løsning. Ettersom det vanligvis bare er én hydrofortank, må den bygges med omløp, slik at regelmessig rengjøring og vedlikehold utføres uten avbrudd i vannleveransen.

I noen systemer anvendes dagtanker som plasseres høyt oppe på plattformen, og vannet distribueres ved selvføll. Dagtankene kan være styrt av en flottør som stanser og starter en pumpe avhengig av nivået. Volumet er forholdsvis lite, og normal lagringskapasitet er på 0,25-1 døgn forbruk. Det stilles samme krav til utforming og drift av dagtanker som til andre tanker, men ettersom det vanligvis bare er én dagtank, må også den bygges med omløp, slik at regelmessig rengjøring og vedlikehold utføres uten avbrudd i vannleveransen.

Systemer med hydrofortanker eller dagtanker er energisparende, da pumpene bare går mens tankene fylles. En skal være klar over at vanngjennomstrømningen i både hydrofortanker og dagtanker er stor, samtidig som volumet i tankene er lite i forhold til arealet på vegger og gulv. Dette fører til at bakterier som sitter fast på veggene/gulvet får god tilgang på ny næring, og dermed formerer seg raskere. Det kan derfor være behov for hyppigere rengjøring av disse tankene enn for større tanker med mindre vanngjennomstrømning.

### 9.2.2 Trykksetting med pumper

Vannet kan også distribueres med pumper. Normalt har systemet to pumper, hvorav en er i drift og en er i reserve. Styring av pumper bør gjennomføres fra sentralt kontrollrom. En sirkulasjonslinje tilbake til drikkevannstanken bør alltid være installert. Denne linjen leder en liten delstrøm tilbake slik at pumpen ikke går varm i perioder med lite forbruk. Pumpene bør ikke ha for stor kapasitet, da overskuddsvarme kan øke vanningstemperaturen så mye at temperaturen på drikkevannet blir for høy, se 4.2.5.

### 9.2.3 Utforming av vannforsyningsnett

Ved planlegging eller ombygging av innretninger, bør vannforsyningsnettet for drikkevann vurderes nøye. Blindrør og rørstrekk med mer eller mindre stillestående vann bør unngås, da vannet der vil holde romtemperatur, og urenheter vil samles. Bakterier som lever i blindrørene blir ikke desinfisert ved den årlige rengjøringen, og mikrober fra slike blindrør kan siden spres ut på nettet.

Det anbefales ikke å benytte drikkevann som prosessvann, da det ofte er vanskelig å sikre slike tilkoplinger med hensyn til forurensning. Det blir derfor stadig vanligere med separate systemer for prosessvann. Dersom prosessvann likevel koples til drikkevannssystemet, må tilknytningene sikres for å forhindre tilbakestrømning/tilbakesug og dermed forurensning av drikkevannet (fig. 9.5).

Ved bruk av drikkevann til utblanding av kjemikalier og lignende, må tilkoplingen sikres ved at vannet ledes via en atmosfærisk tank eller via en brutt forbindelse. Dersom en slik tilkopling ikke er sikret, må kjemikaliene som blandes ut være godkjent av Folkehelseinstituttet, se 2.3.4. Tilbakeslagsvern skal også brukes når drikkevannssystemet koples til andre væskesystemer.



Figur 9.5: Andre væskesystemer bør ikke forsynes med drikkevann. Der dette ikke kan unngås, gir brutt forbindelse eller doble tilbakeslagsventiler med drenering imellom (bildet) best sikring (Foto: Eyvind Andersen)

Alternativ til brutt forbindelse er tilbakeslagsventiler i serie. Dette er den sikringsløsningen regelverket setter som ”minstemål” for faste tilknytninger til drikkevannsanlegget. Det er en kjensgjerning at tilbakeslagsventiler ikke alltid fungerer tilfredsstillende, særlig ved manglende vedlikehold eller når de er gamle. Sikkerheten økes betraktelig dersom det er drenering mellom tilbakeslagsventilene. Doble tilbakeslagsventiler er ikke tilstrekkelige når drikkevannssystemet koples til system med høyere trykk, noe flere eksempler hvor saltvann fra sprinkelanlegg har kommet inn i drikkevannssystemet viser.

Alle tilknytninger mellom drikkevannssystemet og teknisk utrusting, for eksempel oppvaskmaskiner, bør være sikret med minst en tilbakeslagsventil, vakuumbryter, eller likeverdig sikring, forutsatt at tilknytningspunktet i tillegg legges over væsknivå, som er vanlig i nyere maskiner. Det aksepteres også at slangetilkoplinger for spyling kun sikres med én tilbakeslagsventil, men det forutsetter rutiner som sikrer at slanger alltid koples fra tilkoplingen etter bruk. Da det ofte syndes mot dette, anbefales også doble tilbakeslagsventiler på slangetilkoplinger.

Temperaturen på kaldtvannet bør ikke overstige 20 °C. Da drikkevann smaker bedre kaldt, anbefales likevel en enda lavere temperatur på nettet. Drikkevannsrør som ledes gjennom rom med høy temperatur bør isoleres. Utendørs må rør isoleres mot frost og varme, og ikke legges i direkte sollys.

Dersom vanntemperaturen på kaldtvannet er for høy, finnes det varmevekslere som effektivt kjøler ned drikkevannet.

Ved svært lange rørstrekk, til for eksempel kafferoom utenfor boligkvarter, må ikke kaffetraktere, vannkjølere og liknende koples direkte til vannforsyningsnett. Årsaken er at det har vist seg at innholdet av kobber kan bli for høyt dersom en ikke har muligheten til å la vannet renne litt før man benytter det til mat og drikke.

#### 9.2.4 Varmtvannssystemet

Varmtvann som anvendes i sanitæranlegg (dusjer og vasker) skal være drikkevann. Varmtvannssystemet må derfor være tilknyttet drikkevannsnett nedstrøms desinfeksjonsenheten. Tilknytningen skal være sikret mot tilbakeslag av varmtvann inn på kaldtvannsnett. Det er også viktig at varmtvannsrørene isoleres, eller legges så langt fra kaldtvannsrørene, at kaldtvannet ikke blir varmet opp under transporten i vannforsyningsnett.

Vann varmes vanligvis opp med elektrisitet, men noen innretninger varmer opp vannet med over-skuddsvarme fra kjølevann eller damp, som ledes i en varmesløyfe inne i varmtvannsberederen. Kjemikalier som tilsettes vannet/dampen i varmesløyfen skal være godkjent av Folkehelseinstituttet, se 2.3.4.

Det vil alltid være større utløsning av metallioner (kobber) på nettet i varmtvannssystemet. Varmtvannsledninger skal derfor aldri koples til utstyr i kjøkkenet hvor det tilberedes mat og/eller drikke. Varmtvannssystemet må dessuten sikres mot tilbakeslag på samme måte som kaldtvannssystemet.

Nyere forskning har vist at enkelte smittsomme bakterier kan formere seg i varmtvannssystemer med for lav temperatur, og det er særlig legionellabakterien som kan skape problemer, se 4.2.5.

#### 9.2.5 Rørtyper

Ved nybygg eller utskifting av gammelt ledningsnett er det viktig å velge rørmaterialer som tåler den aktuelle vannkvaliteten. En slik anbefaling kan virke som en selvfølge, men også i den senere tid er det bygget nye innretninger der bruk av feil rørmateriale har resultert i øyeblikkelige korrosjonsproblemer, som ikke har latt seg løse med vannbehandling. Betydelige kostnader har gått

med til å skifte ut hele eller deler av vannforsyningsnett.

De vanligste rørmaterialene som benyttes i vannforsyningsnett offshore er kobber i boligkvarteret og rustfritt stål utenfor boligkvarteret, men også hardplast brukes i boligkvarteret. Metallrør kan være utsatt for korrosjon, men er normalt enkle å bearbeide, og de har gode egenskaper til å ta opp trykkstøt uten å bli ødelagt. Titan og syrefast rustfritt stål har de gode egenskapene til metallrør og er samtidig motstandsdyktige mot korrosjon. De brukes derfor på rørstrekkninger som er særlig utsatt for korrosjon, for eksempel ledninger for sjøvannstilførsel og mellom produksjonsanlegg for drikkevann og alkaliseringsfilter. Hardplast korroderer ikke, og utlekking av uønskede stoffer er sjelden noe problem. De fleste typer har imidlertid begrenset mekanisk styrke, og er således lite egnet utenfor boligkvarteret. I noen sammenhenger kan plastrør også gi opphav til mikrobiell vekst i ledningsnett.

Alle materialer som kommer i kontakt med drikkevann, skal i utgangspunktet være sertifisert for bruk i drikkevannsanlegg, men kobber, rustfritt stål, titan og de fleste typer hardplast aksepteres brukt så lenge de har en nordisk eller tysk godkjennelse. Årsaken er at disse landene benytter samme sertifiseringsmetoder som Norge.



Figur 9.6: Rør og ventiler i drikkevannssystemer finnes i mange forskjellige størrelser og materialer. Man bør velge materialer som er korrosjonsbestandige, og som ikke gir opphav til biologisk vekst (Foto: Eyvind Andersen)

### 9.2.6 Drift og vedlikehold

Hovedproblemet med biofilm (bakterier og andre mikroorganismer) i vannforsyningsnettet er at den plutselig kan føre til vond lukt og smak på vannet, se 4.2.1. Mye bakterier gir også en viss økning i smitterisiko, og under bakterielag kan det bli korrosjon i form av groptæring, se 4.2.3.

Det er en vanlig misforståelse at desinfisering av vannforsyningsnettet bare skal gjøres dersom det er mye bakterier i nettet. Desinfisering av vannforsyningsnettet skal skje regelmessig nettopp for å forebygge at det dannes slik biofilm. Det er mye vanskeligere å lykkes med desinfisering dersom det har etablert seg en biofilm, og ofte må prosessen da gjentas flere ganger for å fjerne bakteriene. Et rent vannforsyningsnett er forholdsvis enkelt å desinfisere, og smak- og luktproblemene etter avsluttet desinfisering varer kortere.

Rengjøring og desinfisering av nettet skal utføres minst en gang årlig, se aktivitetsforskriften § 11, der veiledningen henviser til forskrift om drikkevannsanlegg og drikkevannsforsyning på flyttbare innretninger. § 11 i sistnevnte forskrift sier at ”tanker, pumper og rørsystemer for drikkevann skal til enhver tid holdes rene innvendig fram til alle tappesteder. Rengjøring og desinfisering av hele drikkevannsanlegget skal foretas før innretningen forlater byggeverkstedet (eller etter reparasjoner) og deretter minst en gang årlig”. Det er her viktig å legge merke til at det står minst en gang årlig, og drikkevannsanlegget skal rengjøres og desinfiseres oftere ved behov. Det er ofte fornuftig å se rengjøringen av vannforsyningsnettet i sammenheng med desinfiseringen av en eller flere drikkevannstanker, se 9.1.3.

Forhøyede kimtallsverdier er indikatoren som viser om det er behov for rengjøring og desinfeksjon utover det vanlige intervallet. Kimtall over 100 (ved 22 °C/72 timer) i to gjentatte prøver indikerer biofilm i ledningsnettet. Grunnen til at det skal være to prøver, er at det er lett å gjøre småfeil ved prøvetakingen slik at prøven forurenses. Ved forhøyede kimtall skal ny prøve tas så raskt som praktisk mulig, og dersom to

prøver indikerer biofilm, må tiltak gjøres. Prøv først å spyle ledningsnettet. Dersom ikke kimtallet da går ned, eller dersom det stiger raskt igjen, må nettet spyles og desinfiseres. En prosedyre for rengjøring og desinfisering av ledningsnettet er skissert i vedlegg 12. Det å sikre at alle deler av ledningsnettet blir tilført nok klor, er en omfattende jobb, og mange velger derfor å sette bort denne jobben til eksterne konsulenter. Dusjhoder og dusjslanger er steder hvor det ofte er mye biofilm, og som derfor er vanskelig å få desinfisert tilstrekkelig, og disse kan med fordel demonteres og desinfiseres i sterk klorløsning. I forhold til *Legionella*, anbefales kvartalsvis rengjøring av slanger og dusjhoder. Etter perioder hvor dusjer ikke har blitt brukt, er slik desinfeksjon spesielt viktig.

Dersom vannet i varmtvannsledningsnettet på det kaldeste stedet holder minst 55 °C etter ett minutt tapping, er risikoen for smitte av kjente sykdomsbakterier lav, se 4.2.5. I slike tilfeller kan man vurdere om risikoen for smitte er så lav at man ikke trenger å desinfisere varmtvannsledningsnettet dersom kimtallsverdiene er stabilt lave. Folkehelseinstituttet anbefaler likevel at man desinfiserer ledningsnettet for både kaldt og varmt vann, da ekstraarbeidet forbundet med å desinfisere varmtvannsnettet er lite når man uansett skal desinfisere kaldtvannsnettet. Ved også å desinfisere varmtvannsnettet reduserer man risikoen for at det etableres en varmetolerant biofilm, som i tillegg til at den kan føre til problemer med lukt og smak, også kan gi opphav til kløe og hudirritasjon, se 4.2.4. Ved desinfeksjon av varmtvannsnettet bør temperaturen reduseres til under 30 °C.

Dersom vannforsyningsnettet er koplet til andre systemer som nevnt i kapittel 9.2.3, er det viktig at særlig tilbakeslagsventiler har et jevnlig tilsyn og funksjonstestes. Tilbakeslagsventiler må byttes ut i henhold til leverandørens anbefalinger. Pumper og annet teknisk utstyr vedlikeholdes i tråd med leverandørens anbefalinger, men slikt utstyr skal også desinfiseres minst en gang årlig på lik linje med resten av drikkevannsanlegget.

## 10. Særskilt om vannforsyning til trykkamre på dykkerfartøyer (utkast)

Dette kapitlet dekker de utfordringene som er særegne for dykkersystemer, mens drikkevann generelt omtales i kapittel 1-9. Dykkerne har også behov for varmtvannstilførsel til dykkerdrakten for å holde varmen i det kjølige vannet. Til slik oppvarming brukes sjøvann, men dette temaet behandles ikke i denne veilederen.

Dykkerfartøy er spesialskip som er utrustet med enheter for dykkeroperasjoner på store dyp. Ofte opererer de nær andre innretninger, der dykkerne utfører konstruksjons- eller vedlikeholdsarbeid. Samlet varer kompresjonsperioden, arbeidsperioden og dekompresjonsperioden opptil 3 uker. I denne perioden bor dykkerne i trykkamre om bord på dykkerfartøyet når de ikke arbeider ut fra dykkerklokke på dypt vann. Trykkamre er lukkede systemer der forurensninger vil kunne akkumuleres og der medisinsk behandling i tradisjonell form ikke kan gjennomføres, og det er derfor viktig å sikre betryggende drift (fig. 10.1). Det er gitt spesielle føringer for drikkevann om bord på dykkerskip i veileder NORSOK U100.

Dykkernes bo- og arbeidsmiljø har vært gjenstand for et dykkermedisinsk forskningsprogram i regi av Statoil, Norsk Hydro, Saga Petroleum, Norske Esso og Oljedirektoratet. Dykkere får ofte hudinfeksjoner, og *Pseudomonas aeruginosa* er nesten alltid årsaken. Bakteriene kan finnes i både saltvann og ferskvann, og hovedreservoaret i dykkersystemet er drikkevann, hvor smitte spres via dusj/vask. Noen få genotyper av *P. aeruginosa* dominerer i infeksjonene, og de samme genotypene går igjen ved ulike sykdomsutbrudd. Uansett hvilken genotype av *P. aeruginosa* som påvises, bør man gjennomføre korrigerende tiltak. SINTEF Helse har database over aktuelle genotyper for Nordsjøen.

### 10.1 Vannanalyser

Drikkevannsforskriften gjelder også for skip, og Folkehelseinstituttets analyseanbefalinger i kapittel 4 omfatter også dykkerfartøyer. I tillegg bør det tas driftsanalyser av *P. aeruginosa* før dykkersystemet tas i bruk og deretter ukentlig i dykkeperioden. I både det ordinære drikkevanns-

systemet og dykkersystemet tas det 500 ml prøver av kaldtvann (kv) og varmtvann (vv) ved følgende prøvepunkter:

- Messe: kv (bare når det er felles forsyningsnett for dykkersystemet og fartøyet ellers)
- Dykkerkjøkkenet: kv og vv
- Draktskyllerom: kv og vv
- Dusjer i dykkersystemet: kv og vv fra hvert kammer
- Kaldtvanns- og varmtvannstanker som forsyner dykkersystemet

### 10.2 Vannproduksjon

Det anbefales at vannforsyningen til dykkersystemene i størst mulig grad baseres på egenproduksjon, og ikke på bunkring av drikkevann fra land. Denne anbefalingen skyldes to forhold:

- *P. aeruginosa* vil ikke kunne passere verken evaporator eller omvendt osmoseanlegg, forutsatt at disse drives korrekt. Bunkret vann kan inneholde *P. aeruginosa*.
- *P. aeruginosa* vokser raskest når pH er ca 8. Produsert vann som ikke er alkalisert har pH under 6, og ved å forsyne dykkersystemet med slikt vann, vil man også motvirke oppvekst av *P. aeruginosa*. Bunkret vann og vann som er alkalisert har normalt langt høyere pH.

### 10.3 Teknisk utforming

Følgende forhold bør ivaretas ved utforming av dykkersystemet:

#### Egnet rørmateriale

Egenprodusert vann som ikke er alkalisert vil være svært korrosivt, og man må derfor bruke en egnet materialkvalitet. Titan er det optimale materialet, og anbefales derfor. Av og til blir det foreslått å bruke plastmaterialer av korrosjonshensyn, men dette er ikke å anbefale her, da *P. aeruginosa* er en bakterie som lett danner biofilm på plastmaterialer, og som dessuten kan bruke PVC som næringskilde.

### Dedikerte tanker

Anbefalingen om egenprodusert vann som ikke er alkalisert, gjør at man trenger dedikerte drikkevannstanker til dykkersystemet. Vannet ledes direkte dit fra produksjonsanlegget, og passerer således ikke de vanlige drikkevannstankene. Denne løsningen har også en fordel ved at vann i de vanlige drikkevannstankene, som potensielt kan bli forurenset med *P. aeruginosa* fra bunkret vann, ikke siden kommer inn i dykkersystemet.

Dykkerskip opererer ofte nær andre innretninger, og i slike situasjoner er det ikke alltid at vann kan produseres. For at man skal unngå å måtte bunkre vann til dykkersystemene, er det en fordel om dykkersystemet har lagertanker som har stor nok lagerkapasitet til slike tilfeller.

### Desinfeksjonsanlegg

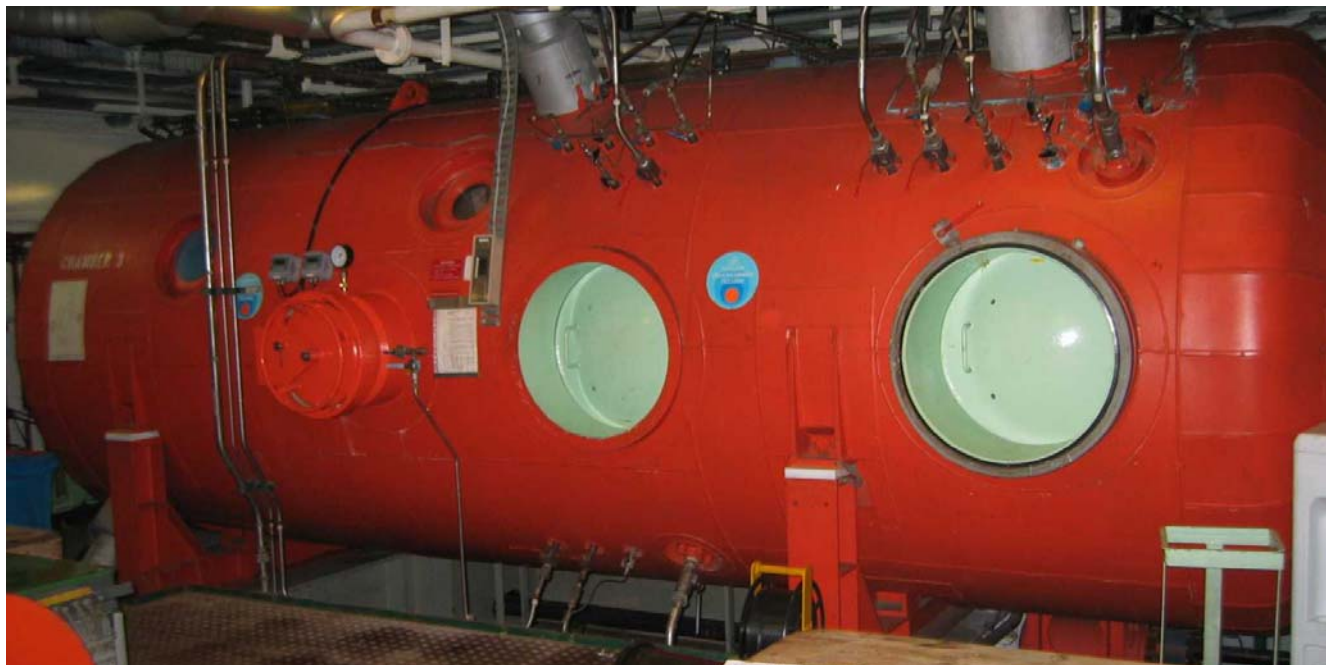
Dykkersystemet bør ha anlegg for klortilsetning til lagertankene, og det bør finnes mulighet for å øke klorkonsentrasjonen i tankene ved hjelp av sirkulasjon. To parallelle UV-enheter med partikkelfilter foran bør monteres på ledningen fra tankene, så nær innpå trykkammeret som mulig.

## 10.4 Vedlikehold

Når dykkersystemet ikke er i bruk, bør tanker og ledningsnett være tømte for vann. Før tankene fylles med drikkevann, bør de rengjøres og desinfiseres, se vedlegg 13. Dersom dykkersystemet er i bruk ofte, kan det være tilstrekkelig med tankdesinfeksjon to ganger årlig. Før ledningsnettet fra tanken til trykkammeret tas i bruk, bør dette ledningsstrekket desinfiseres med klordioksid. Metoden er effektiv og rimelig, og berører ikke det øvrige drikkevannssystemet ombord.

Hvis vannanalysene viser oppvekst av *P. aeruginosa*, må infiserte deler av systemet rengjøres og desinfiseres. Dersom oppveksten er lokal i dykkersystemet, anvendes de samme rutinene som er beskrevet i avsnittet over. Dersom oppveksten også omfatter det øvrige drikkevannssystemet, anvendes rutinene som er beskrevet i vedlegg 12 og 13 for disse delene av systemet.

Anbefalingene om egenprodusert vann til dedikerte tanker, samt rutiner for desinfeksjon av tanker og nett, er gitt for å forhindre oppvekst av *P. aeruginosa*, men vil også fungere i forhold til *Legionella pneumophila*.



Figur 10.1: Trykkammer for dykkeroperasjoner (Foto: Eyvind Andersen)



## Vedlegg 1 - Sjekkliste for drikkevannsanlegg på innretninger til sjøs

Innretningens navn:	
Type innretning:	
Leveringsdato fra verft:	
Sengekapasitet:	
Maksimalt antall personer om bord:	
Myndighetskontakt(er):	
Eier(e):	
Søker/operatør:	

### 1. Innledning

Sjekklisten er hovedsakelig ment som et hjelpemiddel for ansvarlige i planlegging og bygging av drikkevannsanlegg på offshoreinnretninger. Sjekklisten bør vedlegges dokumentasjon som oversendes tilsynsmyndigheten i forbindelse med bygging av nye drikkevannsanlegg. Sjekklisten bør også benyttes ved planlegging av vesentlige endringer av eksisterende drikkevannsanlegg.

Punktene i sjekklisten er i tråd med regelverket og Folkehelseinstituttets anbefalinger, men for mange av punktene kan det finnes alternativer som er akseptable. Sjekklisten er generell, og det vil alltid være punkter/temaer som det må tas hensyn til ved planlegging/bygging av et drikkevannsanlegg som ikke kommer fram av sjekklisten. Det er reder/operatør som er ansvarlig for av drikkevannsanlegget bygges, drives og leverer nok og tilfredsstillende drikkevann i henhold til regelverket.

### 2. Regelverk/veiledninger

Har de ansvarlige for planlegging og byggingen av drikkevannsanlegget lest og gjort seg kjent med følgende regelverk og veiledere:

- Rammeforskriften med underliggende innretningsforskrift, aktivitetsforskrift, opplysningspliktforskrift og styringsforskrift
- Forskrift om drikkevann og drikkevannsanlegg på flyttbare innretninger
- Drikkevannsforskriften
- Folkehelseinstituttets veileder "Nok, godt og sikkert drikkevann offshore"

### 3. Viktige avgjørelser i tidlig konseptfase

For å få et godt drikkevannssystem, må mange viktige beslutninger treffes svært tidlig under planlegging av en ny innretning. Erfaring viser at gode anlegg består av følgende enheter:

- To godt atskilte sjøvannsinntak som er plassert betryggende i forhold til utslipp se punkt 5.
- Et sjøvannssystem der første uttak etter sjøkiste er uttaket til produksjonsanlegg for drikkevann. Sjøvannssystemet må også sikres mot forurensninger fra påfølgende sjøvannstilkoplinger, se punkt 5.
- Minst to produksjonsanlegg for drikkevann, se punkt 6
- Alkaliserings/oppherdingsfilter, se punkt 7
- To bunkringsstasjoner plassert på hver sin side av innretningen, se punkt 8
- Fast montert klordoseringsanlegg tilkopleet påfyllingsrøret til lagertankene, se punkt 9
- Minst to lagertanker for drikkevann, med god utforming for vedlikehold, og plassert slik at man unngår oppvarming av lagret vann, se punkt 10
- Minst to UV-enheter, se punkt 11

I tillegg til enhetene i drikkevannsanlegget må følgende avklares tidlig i prosjekteringsfasen:

- Drikkevannsbehov (minst 200 liter/pers/døgn)
- Annet vannbehov
- Et eget ferskvannssystem atskilt fra drikkevannsanlegget for andre formål
- Alle komponentene i drikkevannsanlegget, som krever regelmessige driftsoperasjoner eller vedlikehold, er lett tilgjengelige og ergonomisk riktig utformet, herunder:
  - Bunkringsstasjon
  - Klordoseringsanlegg
  - Drikkevannstanker
  - UV-anlegg
  - Alkaliseringsfilter
  - CO<sub>2</sub>-anlegg
  - Eventuelle andre vannbehandlingsenheter
  - Manuelle ventiler

#### **4. Generelt om hele drikkevannssystemet**

- Drikkevannsanlegget er gjennomgått med tanke på å sikre mot menneskelige feilhandlinger.
- Det er gjort en risiko/sårbarhetsanalyse av drikkevannsanlegget.
- Alle kjemikalier som tilsettes drikkevannet, eller kan komme inn i drikkevannet ved lekkasjer, vedlikeholdsarbeid, tilbakeslag m.v., er sertifisert
- Tegningene er oversiktlige og omfatter hele drikkevannsanlegget, samt andre systemer som er koplet sammen med drikkevannssystemet.
- Det er etablert et godt internkontrollsystem som sikrer at drikkevannsanlegget bygges i tråd med tegninger/spesifikasjoner.

#### **5. Sjøvannsinntak og sjøvannssystem**

- Det er minst to separate sjøvannsinntak, som kan benyttes hver for seg
- Sjøvannsinntakene er godt atskilt, både horisontalt og vertikalt
- Det er gjort spredningsberegninger av utslipp fra innretningen, og sjøvannsinntakene og avløpene er plassert slik at sannsynligheten for at utslipp skal nå inntakene er minst mulig
- Ved eventuell bruk av elektroklorering for å hindre groing i sjøvannsinntak og sjøvannssystem, er det sikret at klornivået ikke blir så høyt at uakseptable mengder klorforbindelser vil kunne passere en eventuell evaporator

#### **6. Vannproduksjonsanlegg**

- Vannproduksjonsanlegget har 2 produksjonsenheter som hver produserer minst 100 % av vannbehovet, eller 3 enheter som hver produserer minst 50 % av vannbehovet
- Hvert produksjonsanlegg har en sensor som overvåker saltinnholdet i produsert vann. Ved forhøyet saltinnhold aktiveres alarm til bemannet sted og produsert vann dumpes automatisk

#### **7. Alkaliseringsfilter**

- Alkaliseringsfilter er plassert før drikkevannstanker, helst på tankenes sirkulasjonssløyfe
- Det er mulig å tilsette CO<sub>2</sub>-gass til vannet før filteret
- Det er mulighet for å tilbakespyle filteret med rent vann med tilstrekkelig trykk
- Filteret er enkelt å rengjøre.

## 8. Bunkringsstasjon

- Det er minst to bunkringsstasjoner plassert på hver sin side av innretningen
- Bunkringsslangenes ender er tildekket med lokk/plugg
- Bunkringsslangene kan spyles uten at noe av spylevannet når drikkevannstankene
- Anordningen for spyling av bunkringsslanger har samme (eller større) dimensjon og kapasitet som påfyllingsrøret til lagertankene
- Spylorøret ender slik at spylevann verken er til sjenanse for dem som opererer bunkringsstasjonen, besetningen på forsyningsfartøy eller andre
- Det finnes en prøvetakingskran på bunkringsstasjon før avstengningsventil
- Bunkringsstasjonen er godt merket med "Drikkevann" eller "Potable water" og er merket med blå fargekode

## 9. Klordoseringsanlegg

- Det finnes et fast montert klordoseringsanlegg tilkoplek påfyllingsrøret til lagertankene.
- Klordoseringsanlegget har tilstrekkelig kapasitet
- Klordoseringsanlegget er vannmengdestyrt (flowmeterstyrt)
- Det kan ikke overføres vann fra bunkringsstasjonene til noen av lagertankene for drikkevann, uten at vannet passerer doseringspunktet for klor
- Klordoseringsanlegget er plassert nærmest mulig doseringspunktet på påfyllingsrøret til lagertankene, slik at slangen mellom klorderingsanlegg og bunkringslinje er kortest mulig
- Klordoseringsanlegget er merket

## 10. Lagertanker for drikkevann

- Det er tilstrekkelig antall lagertanker og tilstrekkelig lagerkapasitet for drikkevann, se tabell under. Tabellen viser minimum total lagerkapasitet anslått for forskjellige anleggstyper. Veiledende verdier er oppgitt i antall døgn forbruk ved full bemanning. Det forutsettes at denne lagerkapasiteten er tilnærmet likt fordelt mellom de forskjellige tankene:

Anbefalt total lagerkapasitet for:	Antall lagertanker	
	2	3 eller flere
Anlegg som utelukkende baseres på bunkring	Anbefales ikke!	20 døgn kapasitet
Anlegg som har ett produksjonsanlegg med 100 % kapasitet i tillegg til bunkring	20 døgn kapasitet	15 døgn kapasitet
Anlegg som har to produksjonsanlegg med 50 % kapasitet hver i tillegg til bunkring	15 døgn kapasitet	10 døgn kapasitet
Anlegg som har tre produksjonsanlegg med 50 % eller to med 100 % kapasitet hver i tillegg til bunkring	8 døgn kapasitet	5 døgn kapasitet

- Tankene er plassert slik at de er best mulig beskyttet mot oppvarming fra omgivelsene. Vanntemperaturer over 20 °C bør unngås
- Lagertankene er utstyrt med prøvetakingskraner slik at det kan tas vannprøver direkte fra tankene uten å lede vann ut på drikkevannsnettet
- Tankene er utstyrt med en sirkulasjonssløyfe der det kan føres vann fra en tank via klorderingsanlegget og tilbake til samme tank, uten at vannet ledes ut på distribusjonsnettet. Distribusjonsnettet kan samtidig forsynes fra en annen drikkevannstank
- Tankene er utstyrt med tilfredsstillende adkomstmuligheter
- Tankene er utstyrt med tilfredsstillende lufting

- Lufteanordningene er beskyttet mot inntrenging av forurensning, og åpningene er tildekket med finmasket netting
- For å unngå store vedlikeholdskostnader, er lagertankene utformet slik at de er lette å holde rene; uten unødige innvendige spant, og med en høyde der man slipper å bygge stillas hver gang tanken skal vedlikeholdes. Takhøyden er også slik at man kan stå oppreist inne i tankene
- Tankene kan dreneres fullstendig
- Tankene er utstyrt med automatisk nivåpeiling tilkoplett kontinuerlig bemannet område
- Tankene støter ikke direkte mot andre tanker med oljeprodukter eller andre flytende kjemikalier
- Tankens tak utgjør ikke samtidig dekkplate i "skittent" område
- Det er ikke ført rør fra andre systemer gjennom tankene. Dersom det har vært umulig å unngå dette, er rørene lagt i åpen kanal
- Eventuelt innvendig beskyttelsesbelegg er sertifisert for bruk i drikkevannstanker
- Leverandørens krav til beskyttelsesbeleggets herdevilkår er tilfredsstillt

## **11. UV-bestråling av drikkevann**

- UV-enhetene er typegodkjent av Folkehelseinstituttet, og anvendes i tråd med typegodkjennelsen
- UV-bestrålingen er siste behandlingstrinn før vannet sendes ut på nett
- Det er minst to UV- enheter. Dersom det bare er to enheter må hver ha kapasitet for minst 100 % (alternativt tre enheter med minst 50 %) av maksimal vanngjennomstrømning (peakverdier) ved den dårligste vannkvaliteten
- Hver UV-enhet har en sensor som overvåker bestrålingsintensiteten, og dersom denne blir for lav, eller ved strømbrytning, stenges vannleveransen automatisk
- Hver UV-enhet har en signallampe for hvert strålerør og en timeteller
- Det er patronfilter foran hver av UV-enhetene
- For feilsøking er det muligheter for å ta vannprøver både rett før og rett etter UV-enhetene

## **12. Vannforsyningsnett**

- Rørmateriale, rørtype og rørkvalitet er vurdert og valgt ut fra at rørene skal tåle den vannkvalitet de vil utsettes for. Tilsvarende gjelder for armatur
- Drikkevannsrør utenfor boligkvarter er merket med "Drikkevann" eller "Potable water" og er merket med blå fargekode
- Det er ikke ført drikkevannsrør gjennom tanker med andre væsker enn drikkevann. Dersom det har vært umulig å unngå dette, er rørene lagt i åpen kanal
- Utvendige rør er beskyttet mot frost og varme
- Blindinger og rørstreknings med stillestående vann er i størst mulig grad unngått
- Ved en forurensningssituasjon er det mulig å drenere distribusjonsnettet
- Tilkoplinger til andre væskesystemer er tilstrekkelig sikret, og brutt forbindelse er valgt der dette er mulig
- Slangetilkoplinger er sikret med minst en tilbakeslagsventil
- Varmtvannsberederne gir nok varmt vann til at det alltid er mer enn 55 °C på varmtvannssystemets kaldeste punkt

## **Vedlegg 2 – Sjekkliste for styrende dokumentasjon for drikkevannssystemet (Drikkevannsmanual)**

Krav til drikkevannsdokumentasjon er omtalt i kapittel 3.2. Styrende dokumentasjon for drikkevannssystemet kan utformes på mange måter. Tradisjonelt har offshoreinnretninger hatt omfangsrike drikkevannsmanualer, men det blir nå stadig vanligere å integrere store deler av drikkevannsdokumentasjonen i innretningens generelle styringssystemer. Ved den sistnevnte måten å bygge opp den styrende dokumentasjonen på, blir drikkevannsmanualen kun et oversiktsdokument som viser hvordan den styrende dokumentasjonen henger sammen. Begge disse måtene kan fungere tilfredsstillende.

I det følgende har vi tatt utgangspunkt i en tradisjonell drikkevannsmanual, og listet opp hva slike dokumenter normalt bør inneholde, eller inneholde referanser til. Sjekklisten kan også brukes til å evaluere om det er lett å finne denne typen dokumentasjon når man har valgt andre løsninger enn en fysisk manual.

### **Generell informasjon:**

1. Har manualen en innholdsfortegnelse (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
2. Har manualen en distribusjonsliste (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
3. Er revisjonsdato for manualen oppgitt (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
4. Har manualen en overordnet generell beskrivelse av drikkevannssystemet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
5. Inneholder manualen en oversiktstegning over drikkevannssystemet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
6. Inneholder manualen en beskrivelse av hvem som har ansvar for de ulike drikkevannsoppgavene (plattformsjef, sykepleier, teknisk personell, landorganisasjon etc.) (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
7. Inneholder manualen en referanseliste over hvor all drikkevannsdokumentasjon som det refereres til i manualen kan bli funnet (journaler, tegninger, prosedyrer, vedlikeholdssystem, håndbøker etc.) (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
8. Er det beskrevet hvilket opplæringsprogram sykepleier og teknisk personell skal ha gjennomgått før de overtar ansvar for sine drikkevannsoppgaver (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
9. Er det beskrevet hvilken dokumentasjon sykepleier og teknisk personell skal være kjent med før de overtar ansvar for sine drikkevannsoppgaver (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
10. Er krav til vedlikehold av systemet beskrevet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
11. Inkluderer innretningens beredskapsplaner også drikkevann (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
12. Finnes det rutiner som sikrer at vesentlige systemendringer i framtiden alltid blir forelagt myndighetene på forhånd (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

### **Sjøvannssystem:**

13. Inneholder manualen en oversiktstegning over sjøvannssystemet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
14. Inneholder manualen en oversiktstegning som viser vertikal og horisontal avstand mellom innretningens sjøvannsinntak og ulike typer utslipp (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
15. Er det presisert at vannproduksjonen må stoppes i perioder hvor det er risiko for at sjøvannet kan være forurenset (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
16. Er det beskrevet hvilket utstyr og hvilke kjemikalier som skal brukes for å produsere drikkevann fra sjøvann (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

### **Vannproduksjonsheter:**

17. Er det beskrevet hvordan vannproduksjonshetene fungerer, inkludert oversiktstegninger (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
18. Er bruk av kjemikalier i vannproduksjonen beskrevet (også rengjøringskjemikalier for produksjonsutstyret), inkludert kjemikalietyper, produkt navn, produsent, maksimale doser og dosejustering etc.) (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
19. Er det beskrevet hvordan konduktiviteten på produsert vann måles, og hva som skjer hvis alarmen for høy konduktivitet går (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_
20. Er alarmgrensen for konduktivitetmåleren oppgitt (maksimalt 6mS/m for evaporasjon og 75 mS/m for omvendt osmose) (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

**Bunkring av drikkevann:**

21. Er bunkringsprosedyrene i tråd med anbefalingene i vedlegg 10 i denne veilederen (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

22. Er journalføringen ved bunkring i tråd med anbefalingene i vedlegg 5 i denne veilederen (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

**Alkaliseringsanlegg:**

23. Er systemet for alkalisering godt beskrevet og oversiktstegning vedlagt (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

24. Er filtermaterialet beskrevet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

25. Er prosedyren for tilbakespyling av filteret beskrevet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

26. Er prosedyrene for pH-kontroll beskrevet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

**Kloreringsanlegg:**

27. Er type klor, konsentrasjon og dosering beskrevet, se vedlegg 11 (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

28. Dersom natriumhypokloritt anvendes: Finnes det rutine som sikrer at klorene blir skiftet ut før den blir for gammel (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

29. Er det beskrevet at det frie klornivået skal ligge mellom 0,1 og 0,5 mg/l Cl<sub>2</sub> en halv time etter at klorene er tilsatt for at vannet skal aksepteres som desinfisert (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

**UV-anlegg:**

30. Er den maksimale levetiden for UV-strålerørene oppgitt (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

31. Er det klart beskrevet hvordan UV-kammeret, inkludert kvartsglass, UV-sensor etc., rengjøres dersom intensiteten faller (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

32. Er intensitetsnivået som utløser anleggets stengeventil oppgitt (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

**Drikkevannstanker:**

33. Er driftsrutiner for tankene kort beskrevet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

34. Er prosedyrene for rengjøring og desinfeksjon av tankene i tråd med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 13 (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

35. Er det sikret at maling/belegg som skal brukes til flekkmaling av tankene vil kunne herde tilfredsstillende under de temperaturforhold som finnes offshore i luft og stål (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

**Drikkevannsledningsnett:**

36. Er prosedyrene for rengjøring og desinfeksjon av ledningsnettet i tråd med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 12 (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

37. Er operasjons- og vedlikeholdsrutiner for eventuell trykktank beskrevet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

38. Er det presisert at alle slangetilkoplinger må frakoples etter bruk (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

39. Er det presisert at det ikke må gjøres noen tilkoplinger til drikkevannssystemet som kan føre til forurensning av drikkevannet ved tilbakeslag/sug i ledningsnettet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

**Måling av vannkvalitet og loggføring:**

40. Er den daglige drikkevannslogg i samsvar med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 3 (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

41. Er programmet for månedlige og årlige drikkevannsanalyser i samsvar med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 4 (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

42. Er prosedyrene for fysisk/kjemisk og bakteriologisk vannprøvetaking i samsvar med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 7 og 8 (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

43. Er bruk av måleinstrumenter beskrevet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

44. Er det utarbeidet en daglig teknisk logg for drikkevannsproduksjonen (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

45. Er rutiner for feilsøking beskrevet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

46. Er det etablert en rutine for halvårlig eller årlig intern rapportering av vannkvalitet, med kopi til Folkehelseinstituttet (hvor/sidetall)? \_\_\_\_\_

### Vedlegg 3 – Eksempel på daglig drikkevannslogg

Måned: \_\_\_\_\_

Dato	Lukt	Smak	Utseende	pH	Fritt klor mg/l	Total klor mg/l	Konduktivitet mS/m	Merknader	Sign.
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

**Vedlegg 4 - Anbefalt analyseprogram og kvalitetskrav**

Parameter	Frekvens*	Enhet	Merknader	Grenseverdi
Lukt	D/B/M	Subjektiv vurdering Terskelverdi	Jf. med smaksprøver ”	Ikke framtreddende 2 ved 12 °C 3 ved 25 °C
Smak	D/B/M	Subjektiv vurdering Terskelverdi	Jf. med luktprøver ”	Ikke framtreddende 2 ved 12 °C 3 ved 25 °C
Utseende	D/B	Subjektiv vurdering		Klart og uten misfarging
pH-verdi	D/B/M		Vannet skal ikke være korrosivt	6,5-9,5
Konduktivitet	D/B/M	MilliSiemens/M (mS/m) ved 25 °C	NB: Alarm for produksjonsanlegg settes på: - 6 mS/m ut av evaporator - 75 mS/m ut av omvendt osmoseanlegg, se 4.3.1	Normalt 10. Høyere verdier aksepteres for osmoseprodusert vann og for vann som er bunkret, og hvor det kan dokumenteres at konduktivitet ved leverende vannverk i land er like høy, se 4.3.2
Fritt klor	D  B	Milligram/l	Anlegg hvor desinfeksjon til daglig skjer ved UV trenger ikke å måle klor. Måles 30 min. etter avsluttet bunkring	0,1-0,5, jf 4.3.1
Total klor	D	Milligram/l	Anlegg hvor desinfeksjon til daglig skjer ved UV trenger ikke måle total klor	1,0, se 4.3.1
Farge	M	Milligram Pt/l	NB: Skal være lav for produsert vann	20
Turbiditet	M	FNU		1
<i>Clostridium perfringens</i>	M	Antall/100 ml		0
<i>E. coli</i>	M	Antall/100ml	Funn meldes tilsynsmyndigheten umiddelbart	0
Intestinale enterokokker	M	Antall/100ml	Funn meldes tilsynsmyndigheten umiddelbart	0
Kalsium	M	Milligram Ca/l	Trenger kun analyseres hvis vannet alkaliseres	Anbefalte verdier: mellom 15 og 25
Kimtall 22 °C/72T	M	Antall/ml	Skal være under 10 ut fra desinfeksjonsanlegg	100
Koliforme bakterier	M	Antall/100ml		0
Jern	M	Milligram Fe/l		0,2
Kopper	M	Milligram Cu/l		0,3 i kaldtvann, se 4.3.3



Tabell forts.

Parameter	Frekvens*	Enhet	Merknader	Grenseverdi
1,2-dikloreten	Å	Mikrogram/l		3,0
Ammonium	Å	Milligram N/l		0,50
Benzen	Å	Mikrogram C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> /l		1,0
Benzo(a)pyren	Å	Mikrogram/l		0,010
Bly	Å	Mikrogram Pb /l		10
Bromat	Å	Mikrogram BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l		5
Kadmium	Å	Mikrogram Cd/l		5,0
Kjemisk oksygenforbruk, COD-Mn (KMnO <sub>4</sub> )	Å	Milligram O/l	Alternativt kan TOC måles	5,0
Klorid	Å	Milligram Cl/l		200
Natrium	Å	Milligram Na/l		200
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	Å	Mikrogram/l		0,10
Tetrakloreten og trikloreten	Å	Mikrogram/l		10
Trihalometaner	Å	Mikrogram/l		50
UV-transmisjon	Å	Prosent	Trenger kun analyseres hvis vannet UV-bestråles	Se kapittel 4.3.4.

\* Frekvensen er delt inn i daglige analyser (D), analyser ved bunkring (B), månedlige analyser (M) og årlige analyser (Å)

## Vedlegg 5 – Bunkringsjournal

Bunkringsdato: \_\_\_\_\_ Klokkeslett når bunkring er avsluttet: \_\_\_\_\_

Forsyningsbåt: \_\_\_\_\_

Leverende vannverk i land: \_\_\_\_\_

Normal konduktivitet ved dette vannverket (mS/m): \_\_\_\_\_

Vannmengde som skal bunkres: \_\_\_\_\_ Mengde klor som ble tilsatt: \_\_\_\_\_

### Vannprøveresultater fra hver av tankene som forsyningsfartøyet leverer vann fra:

Tank nr:	1	2	3	Kvalitetsnorm:
Lukt:				Ikke framtrede
Smak:				Ikke framtrede
Utseende:				Klart og uten misfarging
Konduktivitet (mS/m):				10 mS/m, eller som ved leverende vannverk*
pH-verdi:				6,5 – 9,5
Aksepteres vannet (J/N)?				

### Vannprøveresultater fra hver av tankene som det er bunkret vann til. Prøven skal tas minst 30 minutter etter at bunkringen er avsluttet:

Tank nr:	1	2	3	Kvalitetsnorm:
Tidspunkt for klormåling				
Mengde fritt klor (mg/l)				0,1 – 0,5 mg/l
Total mengde klor (mg/l)				Normalt under 1,0 mg/l, se 4.3.1
Aksepteres vannet (J/N)?				

Signatur fra ansvarlig person for bunkringen: \_\_\_\_\_

\* Høyere verdier enn 10 mS/m (som tilsvarer 100 µS/cm, se 4.6) kan aksepteres dersom det kan dokumenteres at disse verdiene er normale ved det vannverket forsyningsbåten henter vann fra. Flere norske vannverk har etter hvert innført vannbehandling som hever konduktiviteten til mellom 10 og 15 mS/m.

## **Vedlegg 6 - Anbefalt liste over krav til forsyningsbase og forsyningsbåter**

For å sikre at vannkvaliteten ikke forringes under transport av drikkevann fra land til offshoreinnretninger, er det avgjørende at man både fra forsyningsbasens og forsyningsbåtens side har tilstrekkelige rutiner for kontroll og håndtering av drikkevann, og at disse kan dokumenteres. Under følger en liste over mulige krav man kan stille til disse ved inngåelse av kontrakt om levering av drikkevann. Listen er ment som et eksempel på hva som kan gjøres for å sikre og dokumentere god vannkvalitet.

### **Krav til forsyningsbaser:**

1. Det skal kun velges forsyningsbaser som får vann fra godkjent vannverk med god vannkvalitet.
2. Forsyningsbasen skal kunne dokumentere hvilken vannkvalitet som er vanlig ved leverende vannverk. Vannverket er forpliktet til å ha oppdatert informasjon om vannkvaliteten tilgjengelig for mottakere av vannet. En årlig rapport om vannkvaliteten bør kunne fremskaffes, og det er spesielt viktig at det dokumenteres innen hvilke intervaller konduktiviteten ved vannverket kan tenkes å svinge, se punkt 8. Opplysninger om slike normale konduktivitetsverdier gis til forsyningsfartøyet.
3. Forsyningsbasen skal avtale med vannverket hvilken pumpehastighet som er den maksimale som kan brukes når det leveres vann til forsyningsfartøyer, og deretter sikre at maksimal pumpehastighet ikke overskrides. For høy pumpehastighet kan føre til innsug av forurensninger fra ledningsnettet.
4. Dersom basen oppbevarer vann på tanker som det bunkres fra, må tankene rengjøres og desinfiseres så ofte dette er nødvendig, se eksempel på prosedyre i vedlegg 13. Det kan være nødvendig med en relativt høy frekvens, da tankene fylles ofte og derigjennom tilføres nytt materiale som avsettes.
5. Bunkringsstasjon må ha en tilfredsstillende utforming.
6. Før bunkring settes i gang, må bunkringslanger/rør spyles noen minutter ved den pumpehastighet som skal brukes ved fylling av tankene.
7. Basen må ha et kvalitetssystem som ivaretar sikker drift og vedlikehold, inkludert vannprøver.

### **Krav til forsyningsbåter:**

8. Etter at forsyningsbasen har spylt sine slanger og rør, tar forsyningsbåten en vannprøve for å dokumentere vannkvaliteten som skal bunkres. Prøven bør omfatte lukt, smak, utseende samt konduktivitet. Vannet skal kun aksepteres dersom vannets lukt, smak og utseende tilfredsstillende, se 4.3.1, og dersom konduktiviteten ligger innenfor det intervallet som vannverket har oppgitt, se punkt 2. Resultatene journalføres, og kan siden brukes som dokumentasjon på om vannet har blitt forurenset etter at forsyningsfartøyet fikk vannet fra forsyningsbasen.
9. Drikkevannstankene skal rengjøres og desinfiseres så ofte dette er nødvendig, se eksempel på prosedyre i vedlegg 13. Ofte vil det være nødvendig med en relativt høy frekvens, da tankene fylles ofte og derigjennom tilføres nytt materiale som avsettes/sedimenterer.
10. Forsyningsbåten bør jevnlig undersøke kvaliteten på vannet i tankene, inkludert undersøkelser rett før og rett etter rengjøring, se punkt 9. Disse undersøkelsene gir grunnlag for å vurdere om rengjøringsfrekvensen er høy nok, og en av disse undersøkelsene kan med fordel inngå i en større helhet, se punkt 12.
11. Belegg som brukes for beskyttelse av tankene bør være typegodkjent/sertifisert, se 2.3.4. For å dokumentere at belegg som er påført er tilstrekkelig herdet, kan det tas vannprøve av vannet som analyseres for beleggets mest flyktige hovedkomponenter.
12. Forsyningsfartøyet må ha et kvalitetssystem som ivaretar sikker drift og vedlikehold

### **Årlig undersøkelse av kvaliteten på hele forsyningskjeden:**

13. Innretningen bør en gang årlig ta initiativ til å undersøke om/hvordan vannkvaliteten varierer gjennom forsyningskjeden. Dette kan gjøres gjennom at det tas en prøve fra forsyningsbasen, en prøve fra forsyningsfartøyets tanker, en prøve fra innretningens bunkringsstasjon og en prøve fra innretningens lagertank etter at vannet er klorert. Disse vannprøvene analyseres ved akkrediterte laboratorier, og bør omfatte parametrene som er omtalt i 4.3.3. Sammenlikning av hvordan kvaliteten på det samme vannet varierer gjennom forsyningskjeden gir grunnlag for å vurdere forbedringsmuligheter.

## **Vedlegg 7 – Veiledning i bakteriologisk drikkevannsprøvetaking**

### **Prøveflasker**

Laboratoriet gir instruksjoner for hvilke prøveflasker som skal benyttes og hvordan disse skal behandles.

### **Prøvetaking fra kran**

1. Fjern eventuell sil fra kranen.
2. Desinfisering av prøvepunktet: Brenn av munningen av vannkranen med en spritflamme eller til nød en fyrstikk. Dersom bruk av åpen flamme ikke er tillatt, kan prøvepunktet i stedet desinfiseres på følgende måte: Sjekk at kranuten er tom for vann. Fyll et vannglass med 70 % sprit eller med konsentrert klorløsning. Hold glasset slik at løsningen får virke på kranuten i 30 sekunder.
3. La vannet renne i minst 3 minutter før prøven tas.
4. Korken fjernes forsiktig fra prøveflasken uten at flaskeåpningen eller det øvrige gjengepartiet berøres.
5. Flasken fylles med vann.
6. Flasken korkes omhyggelig, idet man passer på ikke å komme i berøring med flaskemunningen eller korken.
7. Etter prøvetakingen måles temperaturen i vannet på prøvetaksstedet.

### **Pakking og sending**

1. Flaskene merkes med avsender, prøvested, dato, klokkeslett og temperatur. Merkingen må tåle vann.
2. Flaskene skal sendes så raskt som mulig i en godt rengjort beholder (f.eks. termoboks). Prøvene bør helst være på analyselaboratoriet innen 4 timer etter uttaket. Er transporttiden lengre, må prøvene kjøles ned. De holdes under transporten i temperaturområdet 2 til 10 °C og settes i kjøleskap (ca. 4 °C) etter ankomst til laboratoriet hvis de ikke kan analyseres umiddelbart. Tid mellom prøvetaking og analysering skal ikke overskride 30 timer.
3. Prøvene sendes på hurtigst mulig måte til det aktuelle laboratorium.
4. Prøver som ikke er pakket og sendt på forskriftsmessig måte, er verdiløse.
5. Prøveforsendelsesordning bør alltid avtales med laboratoriet på forhånd.

## **Vedlegg 8 – Veiledning fysisk/kjemisk drikkevannsprøvetaking, inkludert årlige fysisk/kjemiske drikkevannsanalyser**

### **Månedlige fysisk/kjemiske prøver**

Laboratoriet gir instruksjoner for hvilke prøveflasker som skal benyttes og hvordan disse skal behandles.

### **Årlig fysisk/kjemisk drikkevannsanalyse**

Flere av analysene i det årlige programmet krever bruk av ulike spesialflasker. Nødvendige spesialflasker rekvireres fra laboratoriet. Man velger en vilkårlig kran på nettet et vilkårlig tidspunkt på døgnet. Kranen åpnes slik at man får fjernet stillestående vann fra armaturen. Deretter fylles flaskene med kaldtvann. Først fylles flasker for tungmetallanalyser, deretter spesialflasker for de organiske parametrene, før man til sist fyller en enliters plastflaske med kaldt vann fra samme prøvepunkt.

Dersom grenseverdien for noen av tungmetallene bly, kadmium, krom, kvikksølv eller nikkel overskrides, må man ta en utvidet prøve ved samme tappested:

### **Utvidet tungmetallprøve**

Spesialflasker for tungmetallanalyser rekvireres fra det laboratoriet som skal utføre analysen. Disse flaskene skal ikke skylles før bruk.

1. Det aktuelle tappestedet må stå ubenyttet i 10 timer.
2. En prøve tas av det første kaldtvannet som tappes.
3. Etter ett minutt spyling ved full kranåpning tas enda en prøve.
4. Vannprøvene undersøkes med hensyn til de over nevnte tungmetallene.

## Vedlegg 9 - Feilsøking

PROBLEM	MULIG ÅRSAK	KORRIGERENDE TILTAK
<b>A. Dårlig lukt/smak</b>	1. Forurenset vann fra forsyningsskip	Vann som lukter/smaker dårlig skal ikke aksepteres bunkret
	2. Saltholdig vann fra produksjonsenhet for drikkevann	Se problem G, punkt 3
	3. Nymalte drikkevannstanker (evt. nymalte tanker hos forsyningsskip). Kjemiske stoffer i overflatebelegg kan også ha reagert med klor	Sjekk om leverandørens male- og herdeanvisninger er blitt fulgt med hensyn til temperatur, tid og fuktighet, se 9.1.4. Ved klorering, søk å redusere klordosen uten å forringe vannets mikrobiologiske kvalitet. NB! Aktivt karbonfilter kan fjerne en del lukt- og smakskomponenter
	4. Organismer som forurenser sjøvannsinntak (f. eks. alger)	Skift sjøvannsinntak eller stans ferskvannsproduksjon. NB! Aktivt karbonfilter kan fjerne en del lukt- og smakskomponenter
	5. Olje som forurenser sjøvannsinntak	Som punkt 4
	6. Mikrobiell vekst i lagertanker/ledningsnett	Se problem J
	7. Høyt jerninnhold	Se problem L
	8. Høyt kopperinnhold	Se problem L
	9. Evt. har vannet hatt for lang oppholdstid i et UV-anlegg	Reduser antall UV-enheter i funksjon, eller sørg for kontinuerlig gjennomstrømning av vann
	10. Overdosering av klor (natrium- eller kalsiumhypokloritt)	Reduser klordosen og kontroller ved måling at konsentrasjonen ligger i området 0,1–0,5 mg Cl <sub>2</sub> /l
<b>B. Høyt fargetall (gulbrunt)</b>	1. Humusholdig vann fra forsyningsskip	Vann som er farget av humus skal ikke aksepteres bunkret
	2. Høyt jerninnhold	Se problem L
<b>C. Turbiditet (partikler)</b>	1. Høyt jerninnhold (knuste jernknoller)	Se problem L. I tillegg kan mekanisk rengjøring eller utskifting av ledningsnett være nødvendig
	2. Bevegelse grunnet uvær har virvlet opp partikler fra drikkevannstankens bunn	Hyppigere rengjøring av drikkevannstanker
	3. Partikler er sugd inn fra bunnen i drikkevannstanken etter tankbytte	Avstanden mellom drikkevannsuttak og bunn må økes, samt at tanken må rengjøres oftere
	4. Partikler i vann fra forsyningsskip	Vann med partikler skal ikke aksepteres
<b>D. Lav pH</b>	1. Vann fra forsyningsskip hadde lav pH	Vannet bør ikke aksepteres når pH er lavere enn 6,5 med mindre man har mulighet til å alkalisere vannet før det går til forbruk
	2. Alkaliseringsfilterets omløpsventil er ”for mye åpen”	Reguler omløpsventilen slik at mer av vannstrømmen ledes gjennom filteret. Sjekk så pH på nytt etter alkaliseringsfilter
	3. For lite filtermasse i alkaliseringsfilter	Etterfyll filtermasse og tilbakespyl. Sjekk så pH på nytt etter alkaliseringsfilter. Etterfyll når ca. 30 % av filtermassen er forbrukt, eller når det ikke er mulig å oppnå høyere pH enn 7,5 selv ved stengt omløp

<b>PROBLEM</b>	<b>MULIG ÅRSAK</b>	<b>KORRIGERENDE TILTAK</b>
D. forts.	4. Filtermassen er blitt inaktiv	Skift ut hele filtermassen
	5. Hvis kalk-/CO <sub>2</sub> -anlegg er i bruk: a. CO <sub>2</sub> -doseringen er for høy b. For lite masse i alkaliseringsfilter	Doser mindre kullsyre Se pkt. 3
	6. Feil ved pH-måling	Se problem F
<b>E. Høy pH</b>	1. Vann fra forsyningskip hadde for høy pH	Vannet bør ikke aksepteres når pH er høyere enn 9,5. (Kan skyldes slemmede tanker på forsyningsbåt)
	2. Alkaliseringsfilterets omløpsventil er "for lite åpen"	Reguler omløpsventilen slik at mindre av vannstrømmen ledes gjennom filteret. Sjekk så pH etter alkaliseringsfilter. Høy pH er vanlig etter oppfylling av ny filtermasse
	3. Hvis kalk-/CO <sub>2</sub> -anlegg er i bruk: a. CO <sub>2</sub> -doseringen er for lav b. Nylig påfylt filtermasse i alkaliseringsfilter	Doser mer kullsyre Se pkt. 2
	4. Feil ved pH-måling	Se problem F
<b>F. Feil ved pH-måling</b> (forskjell på mer enn en pH-enhet mellom målinger offshore og ved laboratorium på land)	1. Gammel bufferløsning	Skift ut bufferløsninger og kalibrer pH-måler. Bufferløsninger må lagres med kork på. Anbefalt pH-verdi på bufferløsninger som brukes ved kalibrering er pH=7,0 og pH=9,0. Bufferløsningene skal være klare uten bunnfall eller algevekst
	2. Vann som er produsert med evaporator-/omvendt osmoseanlegg har liten bufferkapasitet	Ta i bruk vannbehandling som øker alkalitet. NB! Vann med liten bufferkapasitet er svært følsomt mht. svingninger i pH
	3. Gammel elektrode	Skift elektrode
	4. pH-elektrode er "tørr" eller det er luft innenfor glassmembran	Fyll på ny elektrolytt/få ut alle gassblærer, eventuelt skift elektrode
	5. Gelfylt pH-elektrode	Elektroden skal ha flytende indre elektrolytt
	6. Gammelt batteri	Skift batteriet og kalibrer på nytt
	7. Feil på instrumentet	Send instrumentet til reparasjon/utskifting
<b>G. Høy konduktivitet</b> (= høyt saltinnhold/ledningsevne)	1. Vann fra forsyningskip er forurenset av sjøvann	Ved konduktivitet høyere enn 10 mS/m (100 µS/cm) ved 25 °C bør vannet avvises dersom det ikke kan bekreftes at dette er normal konduktivitet for vannet.
	2. Saltvann i bunkringslanger 3. Saltholdig vann fra produksjonsenhet for drikkevann grunnet: a. Feil på konduktivitetsmåler på produksjonsenhet eller i laboratoriet b. lekkasje i evaporatorkondensator c. Skade på omvendt osmosemembran d. Avleiringer i omvendt osmoseenhet/evaporator	Bunkringslanger skal spyles før prøvetaking  Se problem F, punkt 6 og 7. Feil på konduktivitetsmåler oppdages på forskjell i konduktivitet målt offshore og på land Tett lekkasje Skift membran Rengjør produksjonsenheten jevnlig

<b>PROBLEM</b>	<b>MULIG ÅRSAK</b>	<b>KORRIGERENDE TILTAK</b>
<b>H. Utilstrekkelig UV-desinfeksjon</b>	1. "Skitne" kvartsrør på UV-enhet	Rengjør kvartsrør.
	2. "Utbrent" UV-lampe, eller maks. tillatt driftstimetall er oversteget.	Skift UV-lampe. Det skal føres jevnlig tilsyn med timetellere på UV-enheten. Lamper skal skiftes ved oppnådd maksimum tillatt driftstimetall, eller tidligere hvis nødvendig.
	3. Partikler i eller farge på vann	Se problem B og C, punkt 1. NB! Grumsete/farget vann (høy turbiditet/høyt fargetall) kan føre til at den automatiske lukkeventilen utløses.
	4. Høy temperatur på UV-lampe.	Se vedlikeholdsinstruks.
	5. Feil på magnetventil.	Steng UV-enheten til ventilen er blitt reparert eller utskiftet.
<b>I. Utilstrekkelig klorering</b>	1. Driftsprosedyrer blir ikke fulgt.	Innskjerp driftsrutinene.
	2. Klorløsningen er for gammel. Holdbarhetstiden for konsentrert natriumhypokloritt (NaOCl) er ca 3 måneder. Kalsiumhypokloritt har tilnærmet ubegrenset holdbarhet som granulater, eller pulver.	Dersom natriumhypokloritt brukes – anskaff ny klorløsning. Dersom kalsiumhypokloritt granulater/pulver brukes – lag ny løsning.
	3. Kloreringsutstyr er defekt.	Sjekk doseringsutstyret for defekter.
	4. Vannet har høyt klorbehov, jamfør høye verdier for bundet klor.	Ekstra dosering av klorløsning er nødvendig.
<b>J. Høyt kimtall</b>	1. Forurenset vann fra forsyningskip.	Kontroller om desinfeksjonsanlegget fungerer tilfredsstillende. Se problem H eller I.  Sjekk bunkringsrutiner. Mulige årsaker kan være forurenset bunkringslange, for liten kapasitet på spylorør eller svikt i forsyningsbåtens rutiner.
	2. Oppvekst av bakterier i vannet pga. høyt innhold av organiske stoffer og/eller lang oppholdstid i drikkevannssystemet. Dette kan føre til mikrobiell begroing på vegger i drikkevannstanker eller ledningsnett.	Kontroller om desinfeksjonsanlegget fungerer tilfredsstillende. Se problem H eller I. Dersom desinfeksjonen fungerer, må man finne ut hvor i systemet problemet har oppstått, og rengjøre og desinfisere tanker og/eller ledningsnett. Filtre i ledningsnettet er spesielt utsatt for slik oppvekst, og filtermassen må i slike tilfeller skiftes.
	3. Drikkevannet forurennes gjennom lufteventiler eller tilkoplinger til systemet, eller i forbindelse med vedlikeholdsarbeid	Kontroller om desinfeksjonsanlegget fungerer tilfredsstillende. Se problem H eller I. Sikring av mulige forureningskilder, vurder prosedyrer



<b>PROBLEM</b>	<b>MULIG ÅRSÅK</b>	<b>KORRIGERENDE TILTAK</b>
<b>K. <i>E.coli</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, intestinale enterokokker eller koliforme bakterier</b>	1. Forurenset vann fra forsyningskip	Kontroller om desinfeksjonsanlegget fungerer tilfredsstillende. Se problem H eller I. Sjekk bunkringsrutiner. Mulige årsaker kan være forurenset bunkringslange, for liten kapasitet på spylerør eller svikt i forsyningsbåtens rutiner
	2. Forurenset sjøvann til produksjonsenhet for drikkevann	Kontroller om desinfeksjonsanlegget fungerer tilfredsstillende. Se problem H eller I. Sjekk om gunstigste sjøvannsinntak benyttes
	3. Drikkevannet forurennes gjennom lufteventiler eller tilkoplinger til systemet, eller i forbindelse med vedlikeholdsarbeid	Kontroller om desinfeksjonsanlegget fungerer tilfredsstillende. Se problem H eller I. Sikring av mulige forureningskilder, vurder prosedyrer
<b>L. Høyt innhold av jern eller kopper (korrosjon)</b>	1. Lav pH	pH må justeres til 7,5 – 8,5. Se problem D
	2. Lav alkalitet	Ta i bruk vannbehandling som øker alkalitet
	3. Høyt saltinnhold	Se problem G
	4. Stillestående vann i kopperrør	La vannet renne litt før det brukes til drikkevann/matlaging
	5. Tapping av vann fra varmtvannskran	Bruk kun kaldt vann til drikkevann/matlaging
<b>M. Høyt innhold av tungmetaller, som f.eks. bly eller kadmium</b>	1. Korrosjon	Se problem L
<b>N. Trihalometaner</b>	Stoffene kan dannes ved elektrokloring av sjøvannsinntak til vannproduksjonsanlegg, da de er flyktige og kan oppkonsentreres over evaporatorer.	Reduser klorproduksjon i sjøvannsinntak eller installere aktivt kullfilter.

## **Vedlegg 10 – Eksempel på prosedyre for bunkring av drikkevann**

Prosedyren må tilpasses systemet på den enkelte innretning.

### **Før bunkring:**

1. Dump resterende vann i tanken som det skal bunkres til.
2. Kontroller at tilstrekkelig mengde klorløsning er tillaget i riktig konsentrasjon. Klorløsningen må ikke være for gammel. Mengde klor justeres i henhold til erfaringer fra tidligere bunkringer. Hvis pumpen ikke er styrt av flowmeter, må doseringshastighet utregnes.
3. Kontroller at ventilene på klordoseringslinjen er åpnet. Start pumpen for å kontrollere at den fungerer.
4. Kontroller at vann ikke forbrukes fra den tanken det skal bunkres til.
5. Kontroller at avstengningsventilen på bunkringsstasjonen faktisk er stengt.
6. Kontroller at spyleventilen er åpen.
7. Sjekk hvor mange tanker forsyningsbåten skal levere vann fra.

### **Under bunkring:**

8. Bunkringsslangen koples til forsyningsbåten og spyles via spyleventilen.
9. Det tas en prøve av vannet etter avsluttet spyling. Dersom forsyningsbåt skal levere vann fra flere tanker, skal det tas en vannprøve fra hver av tankene. Lukt, smak og utseende registreres. Vann som ikke tilfredsstillende denne testen skal ikke tas ombord som drikkevann. Konduktivitet måles, og den skal ikke avvike vesentlig fra tidligere målte verdier. Hovedpoenget er at konduktiviteten ikke skal ha økt vesentlig siden vannet ble levert fra vannverket på land, og dette sjekkes med leverende vannverk.
10. Hvis vannet aksepteres, startes bunkringen: Overbordventilen stenges, klordoseringspumpe startes og vannet ledes til lagertanken.
11. Klordoseringspumpen stanses når den beregnede klormengde er tilsatt.

### **Etter bunkring**

12. Lagertanken holdes isolert i 30 minutter.
13. Det tas en prøve fra vannet i tanken som analyseres på innholdet av fritt klor. Innholdet skal ligge innenfor området 0,1-0,5 mg/l. Dersom det tilsettes for lite klor under bunkringen må vannet enten dumpes, eller så må ekstra klor innblandes i vannet ved at innholdet av tanken sirkuleres via kloreringsanlegget og tilbake på tanken, slik at ny klor blir innblandet godt. Punkt 12 og 13 gjentas.
14. Resultatene av målingene journalføres, se vedlegg 5. Ved neste bunkring justeres doseringspumpen i henhold til disse resultatene.

## Vedlegg 11 - Beregninger i forbindelse med klorering

Klor i oppløst form taper konsentrasjon når den lagres, og vannets varierende innhold av forskjellige stoff gjør at forskjellige typer vann krever ulik klordose for at man skal få en tilstrekkelig stor klorrest etter 30 minutters kontakttid. Følgende beregninger må derfor ses på som eksempler, og må justeres ut fra erfaring. Etter hvert som man får erfaring med klorbehov, bunkringstid med mer, trenger man ikke å gjennomføre disse utregningene. U fra bunkringsjournalen, se vedlegg 5, vet man hvor mye klor man trenger, nødvendig pumpehastighet, utblandingsforhold etc.

### 1. Hva er vannets klorbehov?

Uansett om man bruker mengdestyrt klorering eller bruker manuelt styrt pumpe, må man beregne hvilken klormengde som trengs. Når man beregner antall gram klor, må man huske på at kalsiumhypokloritt inneholder 65 % fritt klor, mens nylaget natriumhypokloritt inneholder 15 % fritt klor, se 8.2.2 og 8.2.3.

I tillegg til det vann som bunkres, må det tilsettes ekstra klor dersom den tanken som det skal bunkres til allerede inneholder vesentlige mengder vann. I praksis vil man derfor alltid trenge den samme mengden klor for å desinfisere vann som bunkres til en tank, såfremt vannkvaliteten ikke varierer. Løsningsstyrken eller hastigheten på klorpumpingen vil derimot kunne variere. Man bør imidlertid prøve å unngå å bunkre til tanker som er delvis fulle, da det i slike tilfeller er vanskelig å få innblandet klore.

### 2. Hvordan blander man en klorløsning til en bestemt styrke?

Mengde desinfeksjonsmiddel som trengs for å lage 1 liter løsning av bestemt styrke, framgår av formlene:

For natriumhypokloritt:

$$\frac{\text{Ønsket styrke (\%)} \cdot 1000 \text{ ml}}{\text{Klorprosent i klorkanne}}$$

Klorprosent i klorkanne

- Svaret gir antall ml løsning som skal blandes i vann slik at mengden vann og mengden løsning til sammen blir en liter.

For kalsiumhypokloritt:

$$\frac{\text{Ønsket styrke (\%)} \cdot 1000 \text{ ml}}{\text{Klorprosent i pulver/tabletter}}$$

Klorprosent i pulver/tabletter

- Svaret gir antall gram som skal løses opp i en liter vann.

### 3. Eksempel på utregning ved mengdestyrt pumpe

Vi har en drikkevannstank på 130 m<sup>3</sup>. Tanken er tilnærmet tom. Vi skal fylle hele tanken, og erfaring fra tidligere bunkringer tilsier at vi trenger 1,0 gram klor per m<sup>3</sup>.

Nødvendig klormengde:

Totalt trenger vi 130 m<sup>3</sup> · 1,0 g/m<sup>3</sup> = 130 gram klor for å få desinfisert alt vann i denne tanken.

Bunkringstid:

Doseringshastigheten for klorpumpen er 20 liter i timen, og det skal bunkres 200 m<sup>3</sup> i timen.

$$\text{Bunkringstid (t)} = \frac{\text{Bunkringsmengde (m}^3\text{)}}{\text{Bunkringshastighet (m}^3\text{ / t)}}$$

$$\text{Bunkringstid} = \frac{130 \text{ m}^3}{200 \text{ m}^3 / \text{t}} = \underline{0,65 \text{ time}}$$

(Hvis det for eksempel allerede hadde vært 30 m<sup>3</sup> vann i tanken da bunkringen startet, ville bunkringstiden for de resterende 100 m<sup>3</sup> ha blitt 0,5 time.)

Nødvendig klorkonsentrasjon i løsningen:

$$\frac{\text{Antall gram (g) klor som må tilsettes hele bunkringsvolumet}}{\text{Bunkringshastighet (l/t)} \cdot \text{bunkringstid (t)}}$$

$$\text{Nødvendig klorkonsentrasjon} = \frac{130 \text{ gram klor}}{20 \text{ l/t} \cdot 0,65 \text{ t}} = \underline{10 \text{ g/l}}$$

10 g/l tilsvarer 1 % klorkonsentrasjon. Om tanken er tømt før fylling, trenger man ikke beregne nødvendig klorkonsentrasjon i løsningen hver gang, forutsatt at vannkvaliteten som bunkres er noenlunde stabil. Hvis det for eksempel allerede hadde vært 30 m<sup>3</sup> vann i tanken da bunkringen startet, ville bunkringstiden for de resterende 100 m<sup>3</sup> ha blitt 0,5 time, og vi ville derfor ha måttet øke klorkonsentrasjonen i løsningen til 1,3 % for å få tilstrekkelig desinfeksjon av alt vannet.

Fremstilling av klorkonsentrasjon med ønsket styrke, se 7.5.2:

Beregningseksempel for tillaging av 13 liter 1 % natriumhypoklorittløsning. Natriumhypokloritten vi har til rådighet hadde i utgangspunktet 15 % styrke, og er ca 2 måned gammel. Styrken svekkes ca. 1 – 2 % i måneden, og for å være på den sikre siden antas styrken å være 10 %, se 8.2.2:

$$\frac{1\% \cdot 1000 \text{ ml}}{10\%} = \underline{100 \text{ ml}}$$

Vi trenger 100 ml 15 % løsning for å få 1 liter 1 % løsning. For å lage 13 liter slik løsning trenger vi 100 ml x 13 = 1300 ml (= 1,3 liter). Letteste måten å lage denne løsningen på, er å tilsette klormengden til doseringstanken, og etterfylle vann til et totalt volum på 13 liter. Les produktdatablad og husk riktig beskyttelse!

#### 4. Eksempel på utregning ved manuelt styrt pumpe

Vi bruker samme utgangspunkt som i 7.5.3: Vi skal bunkre 130 m<sup>3</sup>, tanken er nesten tom, bunkringshastigheten er 200 m<sup>3</sup> i timen. Vi trenger 1 gram klor per m<sup>3</sup> og bunkringstiden er 0,65 time, se utregningene gjort over.

Utregning av doseringshastighet:

Her kan vi bruke forskjellige styrker på klorkonsentrasjonen, da doseringshastigheten kan justeres. Vi har i dette tilfellet en løsning på ca 5 %. Vi trenger også her 130 gram klor for å få desinfisert denne tanken (denne klormengden ville vi uansett ha trengt, selv om det var for eksempel 30 m<sup>3</sup> vann på tanken fra før). Når vi skal bunkre 130 m<sup>3</sup>, er den nødvendige klordosen for vannet de 1 g/m<sup>3</sup> som erfaringen har vist oss (mens den hadde økt til 1,3 g/m<sup>3</sup> dersom vi hadde hatt 30 m<sup>3</sup> vann på tanken fra før). Doseringshastighet (liter/time) som pumpen må settes på regnes ut som følger:

$$\text{Dos. hast. (målt i l/t)} = \frac{\text{Bunkringshastighet (m}^3\text{/t)} \cdot \text{klordose (g/m}^3\text{)} \cdot 100\%}{\text{Løsningens styrke (\%)} \cdot 1000 \text{ (g/l)}}$$

Bunkringshastigheten er her 200 m<sup>3</sup>/time og klorkonsentrasjonens styrke er 5 % og vi ønsker at drikkevannet skal ha en klordose på 1 g/m<sup>3</sup> (tilsvarer 1 mg klor per liter). Dette gir:

$$\text{Dos. hast.} = \frac{200 \text{ m}^3\text{/t} \cdot 1 \text{ g/m}^3 \cdot 100\%}{5\% \cdot 1000 \text{ g/l}} = \underline{4 \text{ l/t}}$$

Dvs. klordoseringspumpen innstilles til å gi 4 l/t.

Nødvendig mengde klorkonsentrasjon:

$$\text{Nødvendig mengde klorkonsentrasjon (l)} = \text{doseringshastighet (l/t)} \cdot \text{bunkringstid (t)}$$

$$\text{Nødvendig mengde klorkonsentrasjon} = 4 \text{ (l/t)} \cdot 0,65 \text{ (t)} = \underline{2,6 \text{ liter}}$$

Hadde vi hatt 30 m<sup>3</sup> vann i tanken fra før, måtte vi ha økt klordoseringshastigheten til 5,2 l/t for å få pumpet ut de samme 2,6 literne med klorkonsentrasjon på en halv time.

## **Vedlegg 12 – Rengjøring og desinfeksjon av ledningsnett**

Flere metoder som kan brukes for å rengjøre og desinfisere ledningsnettet. Desinfeksjon kan for eksempel gjennomføres ved varmebehandling eller ved klorering. Ved bruk av klor bestemmer konsentrasjonen og virketiden hvor effektiv desinfeksjonen blir, sterkere klorløsninger trenger kortere virketid. Under skisseres en metode hvor vannet kan brukes som drikkevann i perioden desinfeksjonen foregår. Dersom flere prøver viser kimtall over 1000 kim/ml, må prosedyren under gjennomføres minst to ganger. Skal man anvende høyere klordoser, er ikke vannet akseptabelt som drikkevann, og det må vurderes om dette kan være akseptabelt for en kort periode. Bruk av lavere klordoser til desinfeksjon av ledningsnettet enn hva som er skissert under anbefales ikke, da dette ikke vil fungere.

### **1. Forberedelser:**

Det utpekes en person som får overordnet ansvar for at prosedyren gjennomføres i sin helhet. Det må også sikres at alle på innretningen er informert om følgende:

- Ledningsnettet skal rengjøres og desinfiseres med klor.
- Klormengdene er såpass høye at vannet vil kunne komme til å lukte og smake ubehagelig av klor spesielt dersom det er mye biofilm i ledningsnettet.
- Vannet kan fortsatt brukes til dusjing, renhold og personlig hygiene, da verdiene er i tråd med Verdens helseorganisasjons anbefalinger for drikkevann. Fargede klesplagg vil kunne blekes i vask.

### **2. Tilføring av klorrikt vann**

Fyll en drikkevannstank med vann som inneholder 5 mg/l fritt klor. Åpne hver kran ute på ledningsnettet, og la vannet renne til en stund etter at det starter å lukte klor. Steng kranene til det bare drypper, slik at nytt, klorrikt vann tilføres under hele desinfeksjonsperioden. Dersom det er rørender eller andre steder i systemet med stillestående vann, må også disse delene av nettet kloreres, da det kan være gode vilkår for bakterieoppvekst slike steder. Dusjhoder og dusjslanger av plast er ofte de vanskeligste stedene å få tilført nok klor, da de kan ha mye innvendig belegg. Det bør derfor vurderes om disse skal desinfiseres særskilt ved å la dem ligge en time i et kar med 50 mg/l fritt klor.

### **3. Måling av klorinnhold**

Mål innholdet av fritt klor ved noen vannkraner lengst ute i ulike deler av drikkevannssystemet.

Konsentrasjonen av fritt klor bør være 4-5 mg/l. Dersom klorinnholdet i enkelte av prøvene er vesentlig lavere, har ikke vannet fått renne lenge nok, og nye klorprøver må tas etter at ytterligere spyling av alle kraner på den grenen er gjennomført.

### **4. Virketid**

I løpet av de neste 12 timene kan vannet forbrukes som normalt. Etter 12 timer sjekkes det ved stikkprøver fra noen kraner at det fortsatt er nok fritt klor i vannet (inkludert ved en kran i enden av ledningsnettet). I rene ledningsnett vil innholdet av fritt klor sjelden ha falt mer enn 1 mg/l.

### **5. Gjenta eventuelt prosedyren**

Dersom innholdet av fritt klor etter 12 timer de fleste steder har falt vesentlig mer enn 1 mg/l, bør prosedyren gjentas umiddelbart. Dersom lukt og smak henger igjen noen tid etter at prosedyren er gjennomført, er dette et tegn på at klordesinfeksjonen ikke har vært effektiv nok, og prosedyren må gjentas. Før prosedyren eventuelt gjentas, er det viktig å spyle ledningsnettet. Man får da fjernet substanser som klore har løst opp, og nytt klorrikt vann kommer lettere til gjenværende biofilm.

### **6. Tøm tanker og ledningsnett for klorrikt vann**

Tøm den klorerte drikkevannstanken, og spyl ledningsnettet med vann fra en annen tank, ved å åpne hver av kranene. Sjekk ved stikkprøver at klorinnholdet etter spyling ikke overstiger 0,5 mg/l.

**Dersom man ikke får bukt med kimtallsproblemer, må årsaken finnes.**

## **Vedlegg 13 – Rengjøring og desinfisering av drikkevannstanker**

Dette er en mulig metode for å gjennomføre desinfeksjon av en drikkevannstank.

### **1. Forberedelser**

Lagerkapasiteten i øvrige drikkevannstanker bør være fullt utnyttet. Dersom det er behov for ommaling, tar det inntil en uke før tanken igjen kan brukes, forutsatt at det ikke blir problemer med herdeprosessen. I så fall kan tanken være ute av drift i en langt lengre periode. I planleggingen bør vannbehov, herdevilkår, bemanning, mulighet for vannproduksjon mv. inngå.

### **2. Lensing/drenering**

Tanken tømmes fullstendig for vann. Om nødvendig må mobil lensepumpe benyttes.

### **3. Inspeksjon/tilsyn**

Under et slikt tilsyn av en tank, skal det vurderes om den rengjøres hyppig nok. Dersom det er lite slam i tanken og kimtallet er stabilt lavt, rengjøres tanken ofte nok. Resultatet av tilsynet journalføres.

### **4. Rengjøring**

Overflaten i tanken spyles med høyt trykk. Legg merke til om det har dannet seg slimete belegg på flatene, og sjekk at dette blir skikkelig fjernet. Om nødvendig må det skrubbes med stive børster. Etter skrubbing og spyling lenses tankene igjen fullstendig.

### **5. Inspeksjon/tilsyn**

Etter dreneringen inspiseres tanken for å kontrollere om rengjøringen har vært effektiv. Tankens beskyttelsesbelegg skal vurderes, og helt eller delvis fornyes om nødvendig. Beskyttelsesbelegg skal være sertifisert, og må påføres i tråd med leverandørens anbefalinger, da mangelfull herding har skapt store problemer på mange innretninger, se 9.1.4. Nettingen og eventuell flottør på lufterørens munning skal kontrolleres og repareres om nødvendig. Resultatet av tilsynet journalføres.

### **6. Desinfeksjon**

Dersom vannet også skal benyttes til å desinfisere ledningsnett, fylles lagertanken helt opp med vann med et klorinnhold på 5 mg klor/liter (5ppm). Dersom vannet ikke skal brukes til desinfisering av ledningsnett, anbefales et klorinnhold på minst 10 ppm. Metode for utregning av klortilsetning finnes i vedlegg 11. Etter at lagertanken er helt full, kontrolleres det at innholdet av fritt klor er minst 4 mg/l (ppm). Vannet bør stå ubenyttet i minst 12 timer, men det er en fordel om vannet sirkuleres på tanken.

### **7. Kontroll**

Etter 12 timer tas det en prøve av vannet for å dokumentere at det fremdeles inneholder fritt klor. Normalt bør dette vannet deretter dumpes, da det på grunn av høyt klorinnhold ikke tilfredsstillende drikkevannsfor-skriftens krav til lukt og smak. Alternativt kan vannet benyttes til desinfeksjon av ledningsnett, forutsatt at det fremdeles inneholder mellom 3,5 og 5 mg fritt klor per liter, se vedlegg 12.