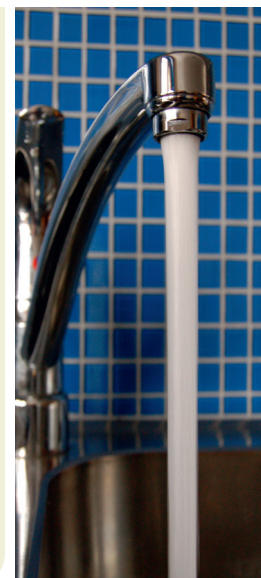
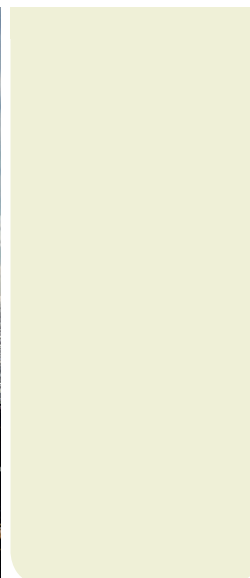
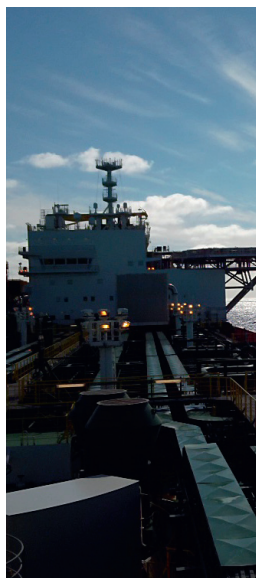


2017



Vannrapport 128

Nok, godt og sikkert

Drikkevann offshore

En veileder i utforming og drift av
drikkevannsanlegg på offshoreinnretninger

5. utgave

Eyvind Andersen
Bjørn Eivind Løfsgaard

Utgitt av Folkehelseinstituttet
Smittevern, miljø og helse
Januar 2017

Tittel:

Vannrapport 128
Nok, godt og sikkert drikkevann offshore
En veileder i utforming og drift av drikkevannsanlegg på
offshoreinnretninger
5. utgave

Forfattere:

Eyvind Andersen
Bjørn Eivind Løfsgaard

Bestilling:

Rapporten kan lastes ned som pdf
på Folkehelseinstituttets nettsider: www.fhi.no

Grafisk designmal:

Per Kristian Svendsen og Grete Sjøimer

Layout omslag:

Unni Harsten

Øvrig layout:

Eyvind Andersen

Foto omslag:

Eyvind Andersen

ISSN 1503-2167

Forord

Dette er 5. utgave av veilederen for drikkevannsforsyning offshore. 1., 2., 3. og 4. utgave kom i henholdsvis 2004, 2009, 2013 og 2016. Grunnen til at veilederen oppdateres kun kort tid etter at forrige utgave kom, er at Folkehelseinstituttet ikke lenger skal jobbe med offshore drikkevannsforsyning. Beskrivelsen av instituttets rolle i kapittel 2 er derfor oppdatert. Et nytt vedlegg 14 – Prosedyre for temperaturkontroll, har også blitt laget, og vi takker Tjarda den Dunnen som laget utkastet til denne prosedyren. For øvrig er det gjort mindre justeringer i avsnitt 8.3.2 om UV-desinfeksjon.

Fremtidige utgaver av veilederen vil bli revidert av Sjøfartsdirektoratet, anslagsvis hvert 4. år. Innspill til endringer av veilederen sendes til Sjøfartsdirektoratet.

Hovedmålene med veilederen er følgende:

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

Denne veilederen samler Folkehelseinstituttets faglige råd til industrien, myndigheter og fagmiljø for øvrig. Myndighetene kan imidlertid med utgangspunkt i relevant regelverk gi andre krav enn de forslagene som er gitt i denne veilederen. Veilederen publiseres på Folkehelseinstituttets offshoresider: www.fhi.no/offshore.

I drikkevannsarbeid kommer man i berøring med mange ulike fagfelt – miljørettet helsevern, ulike tekniske disipliner, jus og medisin er bare noen eksempler. Kapittel 1 til 4 inneholder generell informasjon om regelverk, krav til styringssystemer og vannkvalitet. Resterende kapitler omhandler utforming, drift og vedlikehold av drikkevannssystemets ulike komponenter.

Veilederen er oppdatert av Eyvind Andersen. Av nytt stoff siden 3. utgave trekkes følgende fram:

- Avsnitt 2.4 er oppdatert, da også Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 2.3 nå

henviser til Mattilsynets liste over godkjente tilsetningsstoffer til drikkevann. Kjemikalier som tidligere sto på Folkehelseinstituttets liste over sertifiserte produkter er nå tatt med på Mattilsynets liste.

- Det er ikke lenger krav til norsk godkjenning av belegg i drikkevannstanker, se avsnitt 2.4, 9.1.4 og 9.2.6. Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 7.3-4 stiller i stedet langt strengere krav til dokumentasjon ved valg og påføring av slike produkter.
- I kapittel 3 understrekes det at å gjennomføre en risikoanalyse og definere kritiske kontrollpunkter er et krav både etter Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 5 og etter Matloven.
- Avsnitt 4.4 presiserer designkrav som bør stilles til prøvetakingspunkter.
- I avsnitt 4.5 omtales betydningen av utstyrets måleusikkerhet ved fargemåling.
- Det alkaliske filteret på eksemplanlegget i figur 5. er flyttet. Dette for å illustrere behovet for å unngå unødig lang avstand mellom vannproduksjonsanlegget og det alkaliske filteret. Videre er det sjelden behov for alkalisering av bunkret vann.
- Sirkuleringsinnløpet på eksemplanlegget i figur 5.1 og 7.3 er flyttet. Dette for å illustrere at den gunstigste plasseringen av innløpet kan være ulik ved bunkring til «tom» tank og sirkulering av full tank. Samme klortank kan benyttes dersom den er lokalisert nær begge rør.
- For innretninger som opererer i varme strøk, samt innretninger som sliter med oppvekst av biofilm, skisseres et system for kontinuerlig klorering (eller alternativ vannbehandling) for å redusere risiko for oppvekst av biofilm og *Legionella*, jf. avsnitt 5.1 og 9.2.11.
- Ref. nye krav i Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift §§ 7.1 og 11.2: For nye flyttbare innretninger kreves stengbare sjøvannsinntak for vannproduksjon, og sjøvannsinntakene skal ikke være tilknyttet samme sjøkiste som forsyner kjølevann for maskineri eller andre typer sjøvannsforbruk som kan skje i kystnære områder, jf. avsnitt 5.1 og 6.1.2. I avsnitt 5.1 og 9.1.2 kreves det at man har kofferdammer eller rom som ikke medfører forurensningsfare rundt drikkevannstank-

ene. For å sikre lett tilgang til innvendig vedlikehold i drikkevannstanker, kreves det adkomstplattformer minimum for hver 4. påbegynte meter, jf. avsnitt 9.1.2.

- Avsnitt 9.2.1 er supplert med designråd for å unngå unødvendig vedlikehold, samt med mer detaljert informasjon om dimensjonering av rørnett, inkludert referanse til NS-EN 806-3, jf. også Sjøfartsdirektoratets drikkevannsfor-skrift § 10.
- Avsnitt 9.2.4 er supplert med informasjon om ekspansjonskar i varmtvannssystemer, samt med informasjon om balansering av systemet for å sikre tilstrekkelig temperatur i alle etasjer.
- Kapittel 9.2.7 om Legionellaforebygging er supplert med råd om hvordan man bør risikovurdere systemer i henhold til krav i forskrift om miljørettet helsevern, samt med informasjon om vannbehandlingsmetoder.
- Det anbefalte drikkevannsanalyseprogrammet i vedlegg 4 er oppdatert. Krom og nikkel anbefales særlig analysert på nye innretninger. Kjemisk oksygenforbruk/Totalt organisk karbon og UV-transmisjon er forslagsvis tatt ut av programmet.

- Vedlegg 12 og 13 er supplert med informasjon om alternative metoder for rengjøring og desinfeksjon.

Folkehelseinstituttet takker for innspill til veilederen fra Frode Andersen, Torbjørn Andersen, John Øyvind Auestad, Odd-Anders Beckmann, Lisbeth Brevik, Russel Caldwell, Hans Donker, Tjarda den Dunnen, Anne Nilsen Figenschou, Mads Kristian Fjellidal, Don van Galen, Joar Gangenes, Karl Olav Gjerstad, Guy Heijnen, Torbjørn Husby, Kjersti Høgestøl, Eivind Iden, Erling Instefjord, Synne Kleiven, Truls Krogh, Johnny Kvernstuen, Olav Langhelle, Kwang Moon Lee, Johan Ljungqvist, Kyrre Loen, Anne Linn Lundeland, Martin Mjøs-Haugland, Morten Nicholls, Ståle Nordlien, Ola Nøst, Bjørn Pedersen, Einar J. Pettersen, Yvonne Putzig, Jan Risberg, Håkon Songedal, Bjørg Stangeland, Bjørn Steen, Jeroen Stelling-Freyee, Morten Sætre, Terje Theien, Sindre Thirud, Kjetil Todnem, Åse Waage, Alex Wilson, Lx Yeow og Nina Hanssen Åse. Vi retter en spesiell takk til Catrine Ahlén og Yvonne Putzig som laget utkast til kapittel om vannforsyning på dykkerfartøyer.

Oslo, 2. januar 2017

Line Vold
avdelingsdirektør
Smitte fra mat, vann og dyr
Folkehelseinstituttet

Innhold

FORORD	3	5. GENERELLE KRAV TIL UTFORMING	26
1 INNLEDNING.....	7	5.1 EKSEMPEL PÅ ET ANLEGG.....	26
1.1 NOK, GODT OG SIKKERT DRIKKEVANN.....	7	5.2 RETNINGSLINJER VED PLANLEGGING OG	
1.2 BRUK AV VEILEDEREN	7	BYGGING AV DRIKKEVANNSANLEGG.....	28
1.2.1 VEILEDERENS STATUS	7	5.2.1 ERGONOMI	28
1.2.2 HVORDAN BRUKE VEILEDEREN	7	5.2.2 SIKRING MOT FEILHANDLINGER.....	29
1.3 DEFINISJONER	8	5.2.3 KRAV TIL LAGERKAPASITET	29
2. REGELVERK OG FORVALTNING.....	9	5.2.4 HYGIENISKE BARRIERER - SIKRING MOT	
2.1 FORVALTNINGSMYNDIGHETER	9	FORURENSNINGER	30
2.2 REGELVERK.....	9	5.2.5 LOKALISERING, MERKING OG BESKYTTELSE	
2.2.1 DRIKKEVANNSFORSKRIFTEN	9	AV UTSTYRET	31
2.2.2 HELSE, MILJØ OG SIKKERHETSREGELVERKET		5.2.6 PLASSERING OG UTFORMING AV	
(HMS-REGELVERKET).....	9	PRØVEPUNKTER	31
2.2.3 FORSKRIFT OM DRIKKEVANN OG		5.2.7 MALINGER OG BESKYTTELSESBELEGG	31
DRIKKEVANNSANLEGG PÅ FLYTTBARE		5.3 OMBYGGING ELLER ENDRING AV	
INNRETNINGER.....	10	DRIKKEVANNSANLEGGET	31
2.2.4 MATLOVEN	10	6. VANNPRODUKSJON.....	32
2.3 FOLKEHELSEINSTITUTTETS ROLLE	10	6.1 SJØVANNSINNTAK.....	32
2.4 GODKJENNING AV PRODUKTER.....	10	6.1.1 AKTUELLE FORURENSNINGSTRUSLER.....	32
3. STYRINGSSYSTEM.....	11	6.1.2 LOKALISERING AV SJØVANNSINNTAK.....	32
3.1 DRIKKEVANNSDOKUMENTASJON	11	6.2 EVAPORERING.....	34
3.2 OPPLÆRING	11	6.3 OMVENDT OSMOSE	34
3.3 VEDLIKEHOLDSSYSTEM.....	12	6.4 KONTROLL AV KONDUKTIVITET.....	35
3.4 INNSAMLING, BEARBEIDING OG BRUK AV DATA		6.5 KJEMIKALIEBRUK	36
.....	12	7 BUNKRING AV DRIKKEVANN	37
3.5 AVVIKSBEHANDLING.....	12	7.1 TEKNISK UTFORMING AV BUNKRINGSANLEGG	
3.6 BEREDSKAP.....	13	OG SIRKULASJONSSLØYFE	37
3.7 INTERNREVISJON.....	13	7.2 KRAV TIL DESINFISERING	39
4. VANNKVALITET	14	7.2.1 MENGDESTYRT DOSERING	39
4.1 DRIKKEVANN OG HELSE	14	7.2.2 DOSERING MED MANUELT STYRT PUMPE...40	
4.1.1 MIKROBER	14	7.3 FREMGANGSMÅTE VED BUNKRING.....	40
4.1.2 HELSESKADELIGE KJEMISKE STOFFER.....	15	7.3.1 FØR BUNKRING.....	40
4.2 BRUKSMESSIGE KRAV	16	7.3.2 UNDER BUNKRING.....	41
4.2.1 LUKT OG SMAK	16	7.3.3 ETTER BUNKRING.....	41
4.2.2 FARGET OG GRUMSET VANN.....	16	7.4 JOURNALFØRING	41
4.2.3 KORROSIVT VANN.....	17	8. VANNBEHANDLING	42
4.2.4 KLØE OG HUDIRRITASJON.....	18	8.1 KORROSJONSKONTROLL.....	42
4.2.5 VANNTEMPERATUR	18	8.1.1 ALKALISERINGSFILTER	42
4.3 KVALITETSKRAV	18	8.1.2 VANNGLASS	43
4.3.1 DAGLIGE DRIFTSANALYSER.....	19	8.2 DESINFEKSJON VED KLORERING	43
4.3.2 ANALYSER VED BUNKRING.....	20	8.2.1 VANNKVALITETENS BETYDNING	44
4.3.3 ENKEL MÅNEDLIG RUTINEKONTROLL	21	8.2.2 NATRIUMHYPOKLORITT	44
4.3.4 UTVIDET ÅRLIG RUTINEKONTROLL	22	8.2.3 KALSIMUMHYPOKLORITT	45
4.3.5 PARAMETERE SOM BØR KUNNE UNNTAS ...	23	8.2.4 TEKNISK UTFORMING.....	45
4.4 PRØVETAKINGSPUNKTER	24	8.2.5 DRIFT OG VEDLIKEHOLD	45
4.5 FLASKEVANN	24	8.3 DESINFEKSJON VED UV-BESTRÅLING	46
4.6 VIKTIG ANALYSEUTSTYR.....	25	8.3.1 VANNKVALITETENS BETYDNING	46
		8.3.2 TEKNISK UTFORMING, DIMENSJONERING OG	
		FOLKEHELSEINSTITUTTETS VURDERING.....	46
		8.3.3 DRIFT OG VEDLIKEHOLD	48
		8.4 FILTRERING GJENNOM AKTIVERT KULL.....	50

9. LAGERTANKER OG FORSYNINGSNETT.....	51	VEDLEGG 1 - SJEKKLISTE FOR DRIKKEVANNSANLEGG PÅ INNRETNINGER TIL SJØS	68
9.1 DRIKKEVANNSTANKER	51	VEDLEGG 2 – SJEKKLISTE FOR STYRENDE DOKUMENTASJON FOR DRIKKEVANNSSYSTEMET (DRIKKEVANNSMANUAL)	73
9.1.1 LAGERKAPASITET	51	VEDLEGG 3 – EKSEMPEL PÅ DAGLIG DRIKKEVANNSLOGG*	76
9.1.2 UTFORMING OG LOKALISERING	52	VEDLEGG 4 - ANBEFALT ANALYSEPROGRAM OG KVALITETSKRAV	77
9.1.3 DRIFT OG VEDLIKEHOLD.....	54	VEDLEGG 5 – BUNKRINGSJOURNAL	79
9.1.4 PÅFØRING AV BESKYTTELSESBELEGG	54	VEDLEGG 6 - ANBEFALT LISTE OVER KRAV TIL FORSYNINGSBASE OG FORSYNINGSBÅTER	80
9.2 VANNFORSYNINGSNETT	57	VEDLEGG 7 – VEILEDNING I BAKTERIOLOGISK DRIKKEVANNSPRØVETAKING	81
9.2.1 GENERELLE DESIGNRÅD	57	VEDLEGG 8 – VEILEDNING FYSISK/KJEMISK DRIKKEVANNSPRØVETAKING, INKLUDERT ÅRLIGE FYSISK/KJEMISKE DRIKKEVANNSANALYSER	82
9.2.2 TRYKKSETTING	58	VEDLEGG 9 - FEILSØKING.....	83
9.2.3 KALDTVANNSNETT	59	VEDLEGG 10 – EKSEMPEL PÅ PROSEDYRE FOR BUNKRING AV DRIKKEVANN	87
9.2.4 VARMTVANNSNETT	59	VEDLEGG 11 - BEREGNINGER I FORBINDELSE MED KLORERING	88
9.2.5 BESKYTTELSE MOT FORURENSNING	60	VEDLEGG 12 – RENGJØRING OG DESINFEKSJON AV LEDNINGSNETT	90
9.2.6 MATERIALER	62	VEDLEGG 13 – RENGJØRING OG DESINFISERING AV DRIKKEVANNSTANKER	91
9.2.7 LEGIONELLAFOREBYGGING	62	VEDLEGG 14 – PROSEDYRE FOR TEMPERATURKONTROLL	92
9.2.8 ISOLASJON	64		
9.2.9 DRIFT OG VEDLIKEHOLD.....	64		
9.2.10 TRYKKTESTING/LEKKASJETESTING	64		
9.2.11 SPESIELLE TILTAK PÅ INNRETNINGER SOM OPERERER I VARMT KLIMA	65		
10. SÆRSKILT OM VANNFORSYNING TIL TRYKKAMRE PÅ DYKKERFARTØYER .66			
10.1 VANNANALYSER	66		
10.2 VANNPRODUKSJON.....	66		
10.3 TEKNISK UTFORMING	67		
10.4 VEDLIKEHOLD	67		

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 i drikkevannsforskriften gjelder for all norsk drikkevannsforsyning, inkludert på norske skip og innretninger på norsk kontinental-sokkel. Det forventes at drikkevannet er 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. Forskriften krever også at det skal være hygieniske barrierer mot alle fysiske, kjemiske og mikrobiologiske forurensninger som kan tenkes å ramme drikkevannsforsyningen. Poenget med flere barrierer er at drikkevannet fortsatt skal være trygt selv om en barriere faller ut på grunn av menneskelig eller teknisk svikt.

Mange ulike faggrupper er involvert i vannforsyningen 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 i vannforsyningen skyldes oftest menneskelig svikt eller mangler ved styringssystemer. 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.

1.2 Bruk av veilederen

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

Myndigheter er omtalt under avsnitt 2.1. I regelverket, se 2.2, finner man de krav man *må* forholde seg til ved utforming og drift av drikkevannsanlegg offshore. Denne veilederen er laget av Folkehelseinstituttet, og inneholder det vi anser som god praksis, basert på regelverkskrav, tilsynserfaringer, forskning og tilbakemeldinger fra industrien.

I veiledningen til helse-, miljø- og sikkerhetsregelverket (HMS-regelverket) vises det til Folkehelseinstituttets veiledningsmaterieell som norm når det gjelder bygging og drift av drikkevannsanlegg offshore. Dermed bidrar veiledningsmateriellet til å presisere hvilket nivå som kreves for at regelverkskravene i HMS-regelverket og drikkevannsforskriften skal ivaretas offshore.

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. Vi understreker derfor at eksempler på løsninger og vedlagte sjekklister 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

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 løsninger 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 løsninger 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.

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.

Drikkevannsprøver: 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 konstruert hindring eller andre tiltak som reduserer farer, fjerner eller inaktiverer sykdomsfremkallende mikroorganismer eller parasitter, eller som fortynner, fjerner eller omdanner kjemiske stoffer til et nivå hvor de ikke lenger utgjør en helserisiko.

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

Innretning: Installasjoner, anlegg og annet utstyr for petroleumsvirksomhet, likevel ikke forsynings- og hjelpefartøy eller skip som transporterer petroleum i bulk.

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

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

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

Vannforsyningssystem offshore (fig. 1.1): Systemet består normalt av følgende elementer: Vannkilder, sjøvannsinntak, anlegg for vannproduksjon, bunkringsstasjon, vannbehandlingsanlegg, tanker, ledningsnett, tappekraner, beredere og driftsrutiner.



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

2. Regelverk og forvaltning

(Oppdatert per 1. januar 2017)

Drikkevannsforsyning offshore reguleres i:

- forskrift av 12. februar 2010 nr: 158 om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten (Rammeforskriften med underliggende styringsforskrift, innretningsforskrift og aktivitetsforskrift, heretter HMS-regelverket)
- forskrift av 4. desember 2001 nr: 1372 om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften, ny utgave ventes i 2017)
- forskrift av 4. desember 2015 nr: 1406 om drikkevann og drikkevannsanlegg på flyttbare innretninger (heretter omtalt som Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift).

2.1 Forvaltningsmyndigheter

Petroleumstilsynet, Miljødirektoratet, Statens helsetilsyn og Mattilsynet, eller den de gir myndighet, fører tilsyn med at kravene som er gitt i helse, miljø- og sikkerhetslovgivningen blir etterlevd. Mattilsynet har delegert tilsynsoppgaver offshore til Fylkesmannen i Rogaland. For flyttbare innretninger med norsk flagg er Sjøfartsdirektoratet myndighet etter maritimt regelverk.

2.2 Regelverk

For drikkevann viser HMS-regelverket til reglene i drikkevannsforskriften. Flyttbare innretninger med norsk flagg er underlagt Sjøfartsdirektoratets regelverk, men må også oppfylle HMS-regelverkets krav når de utfører petroleumsvirksomhet på norsk sokkel. Utenlandske innretninger som følger rammeforskriften § 3 kan også legge tekniske krav i Sjøfartsdirektoratets regelverk til grunn, jf. veiledning til rammeforskriften § 3. Tabell 2.1 inneholder en oversikt over gjeldende regelverk og anbefalte normer.

2.2.1 Drikkevannsforskriften

Forskriften er i tråd med EUs drikkevannsregelverk. Forskriften gjelder for innretninger som deltar i petroleumsvirksomheten på norsk sokkel. Folkehelseinstituttet har laget et analyseprogram for drikkevann på offshoreinnretninger, se 4.3. Programmet 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 om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten. Drikkevannsforsyning offshore skiller seg noe fra hva som er vanlig på land, og HMS-regelverket brukes for å utdype og supplere drikkevannsforskriftens krav.

HMS-regelverket inneholder generelle funksjonskrav, og stiller ikke detaljkrav til utforming og drift. I veiledningen til regelverket er det henvist til ulike normer, og etter rammeforskriftens § 24 må man enten 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 II inneholder grunnleggende prinsipper som skal følges: Alle HMS-forhold skal være forsvarlige, risiko skal reduseres i størst mulig grad, og organisasjon og kompetansenivå skal være tilstrekkelig til å etterleve regelverket.
- Styrings- og opplysningspliktforskriften stiller krav til designprosessen, bl.a. 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. § 61 fastslår at utformingen av anlegget skal være slik at man får vann som tilfredsstillende kravene i aktivitetsforskriften og drikkevannsforskriften, og gir ikke konkrete utformingskrav. I veiledningen til paragrafen vises det til Folkehelseinstituttets veileder, og løsningsforslagene som er beskrevet her er normer på drikkevannsområdet.
- Aktivitetsforskriften gjelder utføring av aktiviteter på innretninger. § 13 omtaler næringsmidler og drikkevann. Det skal være nok vann av god kvalitet, jf. drikkevannsforskriftens bestemmelser. I veiledningen vises det også til Folkehelseinstituttets veiledningsmaterieil.

2.2.3 Forskrift om drikkevann og drikkevannsanlegg på flyttbare innretninger
Sjøfartsdirektoratet utsteder sertifikater til norske flyttbare innretninger. Forskriften 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 tilfredsstiller drikkevannsforskriftens krav.

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

2.2.4 Matloven

Lov om matproduksjon og mattrygghet gjelder også offshore, se 2.1. Denne ivaretar derfor kravene til næringsmidler og drikkevann både til lands, på skip og offshore.

2.3 Folkehelseinstituttets rolle

Folkehelseinstituttet har tidligere vært bistandsetat for myndighetene med hensyn til drikkevannsforsyning på offshoreinnretninger. Fylkesmannen i Rogaland sa opp avtalen med Folkehelseinstituttet fra og med 1. januar 2016. Avtalen med Sjøfartsdirektoratet ble sagt opp fra og med 1. januar 2017. Folkehelseinstituttet har ingen formell rolle på dette området lenger.

2.4 Godkjenning av produkter

Følgende krav stilles til produkter:

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

	Faste innretninger	Flyttbare innretninger registrert i norsk skipsregister	Flyttbare innretninger registrert i utenlandsk skipsregister. Har samsvarsuttalelse (SUT)*
Matloven	Juridisk bindende		
Drikkevannsforskriften	Juridisk bindende		
HMS-regelverket	Juridisk bindende		
Forskrift om drikkevann og drikkevannsanlegg på flyttbare innretninger		Juridisk bindende	Frivillig teknisk standard, se rammeforskriften § 3
Folkehelseinstituttets veiledningsmaterieell	Anbefalt norm, se rammeforskriften § 24		
NORSOK P-100 system 53	Anbefalt norm, se rammeforskriften § 24		

* se avsnitt 1.3

Malinger, belegg og andre materialer

Drikkevannsforskriften slår fast at slike produkter ikke skal forurense drikkevannet. Det kreves ikke norsk godkjenning for slike materialer, se 9.2.6.

Vannbehandlingskjemikalier

Drikkevannsforskriften og Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 2.3 krever at vannbehandlingsprodukter skal være godkjent av Mattilsynet. For at et produkt skal kunne brukes, må både produktnavnet og produsent/leverandøren stå på listen. Eksempler på produkter som skal være godkjent er filtermassen i alkaliseringsfilter, korrosjons- og avleiringshemmere i varmesløyfer, desinfeksjonsmidler, antifrostmidler og så videre. Det kreves ikke godkjenning for stoffer som stabiliseringsand i alkaliseringsfiltere og aktiv kullfiltermasse, da disse stoffene ikke løses opp i vann.

Liste over godkjente vannbehandlingskjemikalier ligger på Mattilsynets nettside:

www.mattilsynet.no/mat_og_vann/vann/vannverk/vannbehandlingskjemikalier.1875. Dersom produktene blir brukt i tråd med godkjenningstilskårene, er de helsemessig trygghet å bruke.

UV-anlegg

Vurdering av UV-anlegg gjøres ved Folkehelseinstituttet for å sikre at anlegget har tilstrekkelig kapasitet. Anleggene er vurdert ut fra 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.

3. Styringssystem

Rammeforskriftens § 17 krever 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”. Drikkevannsforskriften krever at det skal føres internkontroll, og at denne skal tilpasses virksomhetens art og omfang. Det kreves også gjennomført en farekartlegging med tilhørende krav til farehåndtering. Begge disse skal holdes oppdatert.

Krav til styring er også beskrevet i Sjøfartsdirektoratets regelverk. For norskflaggede flyttbare innretninger stilles det krav til styring i forskrift av 5. september 2014 nr: 1191 om sikkerhetsstyringssystem for norske skip og flyttbare innretninger, og etter Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 5 stilles det krav om risiko- og sårbarhetsanalyse, risikoreduserende tiltak, beredskapsplaner og kritiske kontrollpunkter (HACCP).

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 må videreutvikles. Dette vil igjen føre til at nivået på drikkevannsforsyningen forbedres. Styringssystemet baseres på prinsippet om internkontroll. Det forutsettes at beredskapsplanlegging er en integrert del av systemet. Hovedpunkter for hva styringssystemet må dekke følger under.

3.1 Drikkevannsdokumentasjon

Rammeforskriftens § 23 fastslår at ”Den ansvarlige skal utarbeide og oppbevare materiale og opplysninger som er nødvendig for å kunne sikre og dokumentere at virksomheten planlegges og gjennomføres på en forsvarlig måte”. For drikkevannssystemer har det vært vanlig å utarbeide en drikkevannsmanual som dekker hovedpunktene i dette dokumentasjonskravet, men en slik manual må suppleres av tegninger, vedlikeholdssystem m.v.

Tradisjonelle drikkevannsmanualer kan være 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 sjekklister 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 delene og kan sette dem sammen til en helhet.

3.2 Opplæring

Rammeforskriftens § 12 bestemmer at ”Den ansvarlige skal sikre at alle som utfører arbeid for seg ... har kompetanse til å utføre det arbeidet de er satt til å gjøre, på en forsvarlig måte”. Drikkevannsforskriften stiller også krav om kompetanse og opplæring.

Den ansvarlige avgjør selv hva som er tilstrekkelig drikkevannsoplæring, ut fra de oppgaver og ansvarsområder som de ulike personellgruppene har fått, og opplæringen må dekke både tekniske systemer og drikkevannshygiene. Opplæring må gis før den enkelte overtar ansvaret for en oppgave, og det må også etableres rutiner som sikrer at kunnskapene vedlikeholdes og oppdateres. Den ansvarlige må ha rutiner for å sikre og dokumentere at nødvendig opplæring er gitt. Viktige elementer i så måte er stillingsbeskrivelser og graderede kunnskapskrav i stillingsprofiler for de forskjellige stillingskategoriene, samt opplæringsplaner og kursmatriser. Det finnes i dag flere 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 systemkomponenter 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 aktivitetsforskriftens kapittel IX, jf. § 11 i drikkevannsforskriften.

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, men krav til vedlikehold er også omtalt i NS-EN806-5.

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

3.4 Innsamling, bearbeiding og bruk av data

Drikkevannsforskriften krever utarbeidelse av en prøvetakingsplan, og regelmessig analyse av både råvannet og drikkevannet. Styringsforskriftens § 19 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
- iverksette korrigerende og forebyggende tiltak



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)

I forbindelse med drikkevann tenker man her ofte på de drikkevannsanalysene som gjøres, og de er selvsagt viktige. Men det er enda viktigere å samle data om kritiske driftsparametere, 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 grunnlagsdata som gjør det mulig å oppdage feil og forandringer på et tidlig tidspunkt, mens vannanalyser først vil kunne dokumentere situasjonen i etterkant.

Den ansvarlige avgjør selv hvilken form datainnsamlingen skal ha og hvilke rutiner som må på plass for bruk av dataene, men myndighetenes rapporteringskrav må ivaretas. 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

Drikkevannsforskriften krever at avvik blir håndtert snarest mulig. Vesentlige avvik skal dessuten meldes til tilsynsmyndigheten. Styringsforskriftens § 22 bestemmer at ”den ansvarlige skal registrere og følge opp avvik”. Både avvik fra myn-

dighetskrav og fra interne krav og rutiner som er fastsatt for å nå forskriftens mål skal følges opp. Avvik skal korrigeres, årsakene skal klarlegges, og korrigerende tiltak skal settes i verk for å hindre at avviket oppstår igjen.

Dårlig vannkvalitet og svikt i drikkevannsproduksjon skal følges opp gjennom formelle kanaler for behandling av såkalte ”uønskede hendelser”. Fastsetting av kriterier for hvilke forhold som skal medføre avviksbehandling innen drikkevannsområdet, er viktig.

3.6 Beredskap

Svikt i en basisfunksjon som vannforsyning er svært alvorlig (figur 3.2). Derfor er det krav om risiko- og sårbarhetsanalyser som grunnlag for beredskapsplanlegging både i drikkevannsforskriften og i aktivitets- og styringsforskriften (se også veiledningen «Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen» på Mattilsynets nettsider). Denne analysen bør blant annet omfatte følgende situasjoner:

- Utbrudd av vannbårne epidemier
- Kjemisk forurensning av drikkevannet som gjør det uegnet til bruk, 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, se 5.2.3
- Svikt i desinfeksjonen og annet som setter tryggheten for godt drikkevann i fare

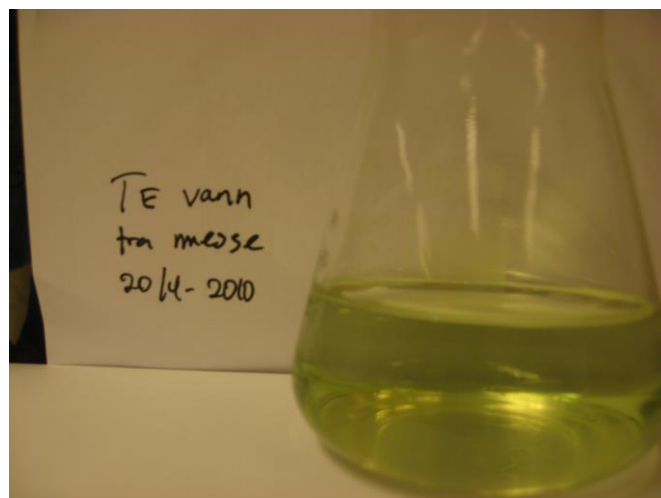
Med utgangspunkt i risiko- og sårbarhetsanalysene som gjøres ved den enkelte innretning, gjennomføres tiltak for å redusere sannsynligheten for svikt og det utarbeides en beredskapsplan for hvordan man skal forholde seg til den gjenværende risikoen. Denne strategien har som formål både å redusere risikoen for at problemer oppstår, og etablere rutiner for hvordan man takler problemer som likevel oppstår.

3.7 Internrevisjon

Rammeforskriftens § 12 slår fast 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». Organisasjonen må ha tilstrekkelig kompetanse til å kunne vurdere om følgende forhold er ivarettatt:

- Er kritiske kontrollpunkter identifisert og finnes det planer for å styre disse?
- Er risiko- og sårbarhetsanalysen oppdatert?
- Er styrende dokumentasjon oppdatert?
- Er vannkvalitetsutviklingen tilfredsstillende?
- Er vedlikeholdsutviklingen tilfredsstillende?
- Er tekniske anlegg fortsatt tilfredsstillende?
- Er tegninger korrekte?

Egne systemrevisjoner, gjerne med fagpersonell fra landorganisasjonen, er et nyttig virkemiddel i dette arbeidet. Det bør utarbeides prosedyrer og sjekklister hvor man styrer kritiske kontrollpunkter i vannforsyningen. Fagkompetansen som brukes kan være intern eller ekstern, men operatør/redere må ha det overordnede ansvaret for arbeidet.



Figur 3.2: Grønt drikkevann utløste hektisk aktivitet på en offshoreinnretning. Er situasjonen så prekær at man er i en beredskapssituasjon, eller er forurensningen mindre alvorlig? Grønnfargen i dette tilfellet skyldtes oppløst kobber som følge av at syre brukt til syrevask av UV-anlegg ble ledet ut i kobberrørnett. Avviket ble rapportert. (Foto: Brukes anonymt etter avtale med selskapet)

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

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, amøber 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 må man lokalisere kilden og eliminere den. For å få til dette må man ha en beredskapsplan, se 3.6. Tilstrekkelig sikkerhet mot svikt oppnår man bare ved å bygge gode drikkevannsanlegg og ha tilstrekkelig internkontroll.

Alt drikkevann offshore skal desinfiseres, men mikrober kan likevel forårsake problemer. En årsak til dette kan være svikt i desinfeksjon, en annen at mikrobene tilføres eller blomstrer opp etter at vannet er desinfisert. Mennesker og dyr har flere forsvarsmekanismer mot infeksjonssykdommer. Hvorvidt sykdom vil inntreffe, avhenger blant annet av den enkeltes helsetilstand og

forsvarsmekanismer mot infeksjoner, smittestoffets evne til å angripe og hvor stor mengde smittestoff som inntas.

Infeksjonssykdommer er i følge WHO det største helseproblemet innen vannforsyning. Forurensning med avføring fra mennesker og dyr er normalt smitekilden, og avføring fra mennesker er spesielt uheldig. Historisk har de mest kjente vannbårne sykdommer vært kolera, bakteriell dysenteri, salmonellose, tyfoidfeber og hepatitt A. Etter hvert har bakterier som *Yersinia enterocolitica* og *Campylobacter jejuni*, virus som *Norovirus* (før kalt Norwalk), samt parasitter som *Giardia intestinalis* og *Cryptosporidium parvum* fått økt oppmerksomhet. Smitte med disse kan føre til sykdom med oppkast, magesmerter og diare av varierende alvorlighetsgrad. Man har også blitt mer oppmerksomme på den faren som *Legionella* medfører, se 9.2.7. Ved epidemier eller tilløp til epidemier som er beskrevet i Norge, har det ofte vist seg at utbrudd skyldes sammentreff av flere uheldige omstendigheter. Også offshore er det grunn til å være på vakt mot teknisk og menneskelig svikt.

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



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



Figur 4.2: Fugler hviler ofte på plattformer. Fugleskitt kan føre til smittespredning, for eksempel via mangelfullt sikrede lufterventiler eller bunkringslanger (Foto: Eyvind Andersen)

Det er ikke praktisk mulig å analysere vannet for alle typer smittestoff. 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 på 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 vannet.

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 ledningsnett, men som ikke fanges opp av andre indikatorer. 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.

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 når drikkevannssystemet via 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 godkjenning i 2.4.

Problemene med helseskadelige stoffer er sjelden knyttet til akutt forgiftning, men er først og fremst knyttet til stoffenes evne til å utløse helseskade 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 forskriftens grenseverdi satt i forhold til et beregnet maksimalt akseptabelt daglig inntak (ADI) der man med god sikkerhetsmargin vil unngå å komme opp i helseskadelige nivåer i løpet av livet.

En del kjemiske stoffer er klassifisert som kreftfremkallende, og noen av disse har genskadende virkning. For slike stoffer regner man ikke med at det foreligger noen terskel for effekt, og de bør ikke forekomme i drikkevann. 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 normalt 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 desinfeksjon kan medføre at det blir dannet desinfeksjonsbiprodukter. De klordoser som brukes i Norge medfører ingen helserisiko i seg selv, men det har vært diskutert om det kan bli dannet helseskadelige mengder av *kloreringsbiprodukter* som for eksempel trihalometaner eller bromat. En forutsetning for at trihalometaner 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. Ved noen anlegg som evaporerer vann og hvor sjøvannsinntaket har elektroklorer-

ing som begroingsbesyttelse, har man påvist kloreringsbiprodukter i renvannet. Dersom vann som bunkres fra land har lavt fargetall (fargetall under 20 mg Pt/l), og kloreres med så lave klormengder som anvendes i Norge, vil mengden trihalometaner normalt bli ubetydelig, med mindre forsyningsbåten også klorerer vannet med høye klorverdier eller dersom man på offshoreinnretningen topper opp tanker som på forhånd inneholder store mengder klorert vann.

4.2 Bruksmessige krav

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

4.2.1 Lukt og smak

En viktig begrunnelse for kravet om at drikkevannet skal være uten fremtredende 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 man 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 mikrober 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.

Mikrober som finnes i sjøvann, kan i perioder også forekomme i store mengder og utskille lukt- og smaksforbindelser som passerer en evaporator. Alger kan også skille ut organiske stoffer som i seg selv ikke lukter vondt, men som danner illeluktende stoffer etter klorering eller UV-bestråling. Det samme kan skje når råvannet inneholder andre typer organisk stoff.



Figur 4.3: Misfarget drikkevann som følge av rørrkorrosjon (Foto: Eyvind Andersen)

Mange 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 belegg i drikkevannstanker uten at man har oppfylt kravene til påføring, se 9.1.4. Høye konsentrasjoner av klorid og sulfat som følge av sjøvannspåvirkning, kan forårsake saltsmak på vannet. Metaller som jern, sink og kobber utløst fra ledningsnett og husholdningsinstallasjoner kan også gi ubehagelig smak på vannet. Vannbehandling mot lukt og smak omtales under 8.4.

4.2.2 Farget og grumset vann

Partikler i vannet (turbiditet) kan innkapsle mikrober og føre til at disse ikke blir inaktivert av UV eller klor. Slike partikler og visse oppløste stoffer (som humus), absorberer også UV-lys, og dårlig lysintensitet reduserer effekten av UV-anlegget, se 8.3. Høyt innhold av organisk materiale vil også medføre høyt klorforbruk, som kan føre til lukt og smak. Organisk stoff er videre næring for ulike mikrober som lever i ledningsnett (biofilm), og enkelte av disse organismene kan være helsemessig betenkelige, for eksempel *Legionella pneumophila* som kan gi legionærsykdom, se 9.2.7.

Vann som produseres offshore er 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 (fig. 4.3). Hvis det er mye biofilm i systemet, kan tilsvarende skje med organiske partikler, og da gjerne i perioder med bevegelser grunnet uvær, høyt vannforbruk eller liknende. Vann som bunkres, kan ha et forholdsvis høyt innhold av partikler eller høyt fargetall, avhengig av kvali-

teten på vannkilden i land. Innholdet vil da ofte være sesongbetont. Vann som har synlig farge eller turbiditet skal avvises ved bunkring, se 4.3.2. Turbiditetsproblemer kan forhindres ved bruk av partikkelfilter, se 8.3.2.

4.2.3 Korrosivt vann

Med korrosivt vann menes vann som tærer på ledningsnett, armatur etc. Ubehandlet offshoreprodusert vann 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 et så lavt nivå som mulig. Dette gir bedre vannkvalitet og forlenger levetiden til drikkevannsanlegget. Korrosjon kan ha helsemessige konsekvenser, da 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 kobberrør før tapping senker innholdet av eventuelle tungmetaller. Korrosivt vann gir også økte driftskostnader, da mer arbeid med utspyling og rengjøring av ledningsnettet blir nødvendig.

Korrosjon skyldes et komplekst forhold mellom pH-verdi, karbondioksidinnhold, oksygeninnhold, hardhet (vesentlig bestemt av kalsium og magnesium), alkalitet (syrenøytraliserende evne, oftest bestemt av hydrogenkarbonatinnholdet) og temperatur. Høyt innhold av ioner som klorid og sulfat vil også øke korrosjonen. Når pH-verdien er lavere enn 7 betegnes vannet som surt og tærer på de fleste metaller. Ved 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 og kobber indikerer at man har et korrosjonsproblem.

Vann fra norske vannverk er ofte fra overflatevannkilder hvor vannet er surt, har lavt kalsiuminnhold og lav alkalitet. Slikt vann er 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 må behandles, se 8.1.

Slam i ledningsnett kan føre til groptæring ved at det dannes flekkvis belegg på metalloverflaten. Under belegget er oksygeninnholdet lavere på grunn av mikrobers oksygenforbruk, og for-



Figur 4.4: Rustknoller kan gi dårlig vann og føre til gjentetting av rør (Foto: Eyvind Andersen)

skjellen 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 kobberrør som er utsatt for groptæring, og offshore er de innretninger som bunkrer vann mest utsatt.

Korrosjonsbiprodukter kan gjøre rørene så jengrodd at vannføringen reduseres, og dessuten føre til grumset vann, se 4.2.2. I ledninger av jern og stål kan det dannes rustknoller, noe som har vært et problem på enkelte eldre innretninger, da dette hindrer vanngjennomstrømming i røret (fig. 4.4). Rustknoller dannes ved at noen bakterier omdanner oppløst jern, som er en følge av korrosjon andre steder i anlegget, tilbake til fast jern, i form av en synlig rustknoll. Rustknollen er innhul og kan brette i stykker ved større forandringer i vannets strømningshastighet og -retning.

Jern og kobber 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 kobberinnhold kan gi dårlig smak, spesielt når vannet har stått lang tid i ledningsnettet. Ved svært høye konsentrasjoner kan man få mageproblemer. Høyt kobberinn-

hold kan også føre til grønnaktig misfarging av sanitærutstyr og hår, se 4.3.3.

Når det benyttes metallrør av god kvalitet, se 9.2.6, og vannet blir behandlet slik at det tærer minst mulig på drikkevannssystemet, vil vanligvis hovedkomponentene i anlegget være utinnretningens levetid. Dessverre har det vært flere eksempler på at 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. 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 andre har 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 som tørr luft etc., 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, eventuelt også såpe som brukes i vaskeket. Hvis man opplever kløe og irritasjon, bør man derfor gå over til å bruke mildere såper eller andre hudvennlige vaskemidler.

Bruk av dusjolie i stedet for såpe har noen steder gitt gode resultater.

- Selv om vannkvalitet normalt ikke er årsak til hudkløe, finnes det enkelte mikrober som kan leve i vannledningsnett, og som kan inneholde eller skille ut stoffer som enkelte reagerer på. Årlig desinfeksjon av ledningsnett er et vedlikeholdstiltak som kan bidra til å holde slike organismer i sjakk.
- Vannets hardhet påvirker også hvordan hud oppleves etter dusjing. Dusjing i ”bløtt” vann gjør at huden føles tørr/såpete etter dusjing, mens dusjing i ”hardt” vann fører til at huden virker tørr/ru etter dusjing. I Norge er vannet de fleste steder bløtt, mens alkalisering øker hardheten, se 8.1.
- Det er ikke kjent at noen av de vannbehandlingsmetodene som anvendes offshore vil kunne forårsake kløe eller hudreaksjoner under normal drift.

4.2.5 Vanntemperatur

Kaldtvannstemperatur over 20 °C og varmtvannstemperatur under 60 °C gir risiko for oppvekst av uønskede mikrober, som *Legionella*, se 9.2.7. For å dokumentere at temperaturen er tilstrekkelig i hele drikkevannssystemet, må man etablere et røveprogram basert på en vurdering av hvor risikoen for uønskede temperaturer er høyest. Når man har fått en god oversikt over hvordan temperaturene varierer gjennom systemet, kan månedlige stikkprøver (tilfeldig valgte kontrollpunkter) være tilstrekkelig. Vedlegg 14 inneholder en prosedyre for temperaturkontroll.

Kaldt vann smaker bedre enn lunkent vann, 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 vannett, vil øke sjansen for at mannskapet drikker vann i stedet for andre alternativer som både er dyrere og mindre gunstige helsemessig.

4.3 Kvalitetskrav

Vannanalyser er et viktig redskap for å vise at man har styring med anlegget, samt som hjelp for å få bedre styring. I dette avsnittet presenteres Folkehelseinstituttets forslag til analyseprogram, laget med utgangspunkt i drikkevannsforskriftens kvalitetskrav. Tilsynsmyndigheten

kan, med utgangspunkt i drikkevannsforskriften, sette andre krav dersom de finner det nødvendig.

Det er likevel 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 parametere i noen få liter vann årlig, og kan først i etterkant dokumentere om drikkevannskvaliteten har vært god eller dårlig.

For å dokumentere at drikkevannet er godt nok, angir drikkevannsforskriften en rekke parametere som må analyseres, samt krav til omfang av denne prøvetakingen. Noen grense-/tiltaksverdier 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 grense-/tiltaksverdier er ikke helsefarlig i seg selv, men betyr at vannet kan inneholde *andre* komponenter som kan medføre helsefare. Noen verdier 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.

Vannverk på offshoreinnretninger skiller seg 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. Ofte må det tas flere prøver enn minimum for å ha tilstrekkelig kontroll med vannforsyningen, og programmet må suppleres med andre analyseparametere ved mistanke om forurensning.

I det følgende kommenteres parameternes grenseverdi, betydning og analysefrekvens, mens krav til prøvetakingspunkter omtales under 4.4. Kvalitetskrav fremgår også av vedlegg 4. Overskrides grenseverdier, må det gjennomføres tiltak for å finne årsaken og gjenopprette normal vannkvalitet, se 3.5. Tilsynsmyndighetene må også holdes orientert. I tillegg til de analysekrav som følger av drikkevannsforskriften, må vanntemperatur måles, se 4.2.5.

4.3.1 Daglige driftsanalyser

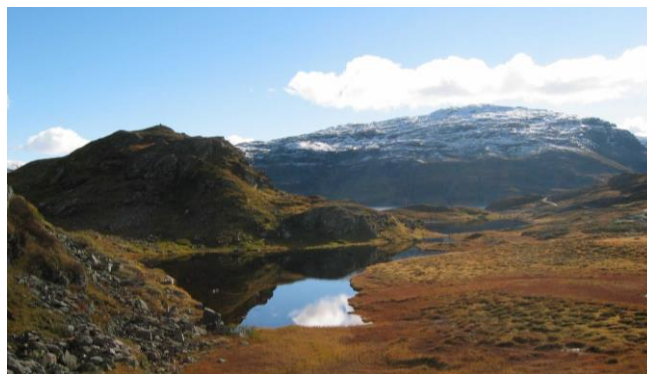
Vannkvaliteten om bord skal testes og journalføres daglig, se vedlegg 3. Resultatene brukes for å vurdere om driften av anlegget bør justeres. Følgende parametere bør analyseres:

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, olje, 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.

Klarhet: Skal være klart, og for å avdekke dette må man bruke sterkt lys og hvit eller svart bakgrunn, avhengig av partikkelfarge. Uklart vann kan være et tegn på ulike typer forurensning, og kan dessuten sette desinfeksjonseffektiviteten i fare, se 4.2.2.

pH-verdi: Skal ligge mellom 6,5 og 9,5. Korrosjon unngås best dersom pH-verdien holdes stabil 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 etseskade, først og fremst på øyne, eller hudirritasjon. Se også under 4.2.3. Svingninger i pH øker kobberkorrosjon og kan også føre til at biofilm løsner, med høye kimtall som følge.



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

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 (tilsvarer 60 μ S/cm), og dagens 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. Årsaken til svingninger må derfor finnes. Høye konduktivitetsverdier kan skyldes at drikkevannet har blitt forurenset av sjøvann.

Fritt klor: Klorering anbefales ikke lengre som eneste desinfeksjonsmetode for vann som ledes ut på drikkevannssystemet. 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 er vanskelig å påvise med målemetodene som brukes offshore. Påvises ikke fritt klor har desinfeksjonen 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 klorverdi. Andre land stiller ofte krav til høyere klorrest, og Verdens helseorganisasjon tillater opp til 5 mg/l, men man bør i slike tilfeller

informere besetningen om at drikkevannsforskriftens krav ikke er oppfylt, jmf. vedlegg 12.

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 9.2.9, 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 fritt klor.

4.3.2 Analyser ved bunkring

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

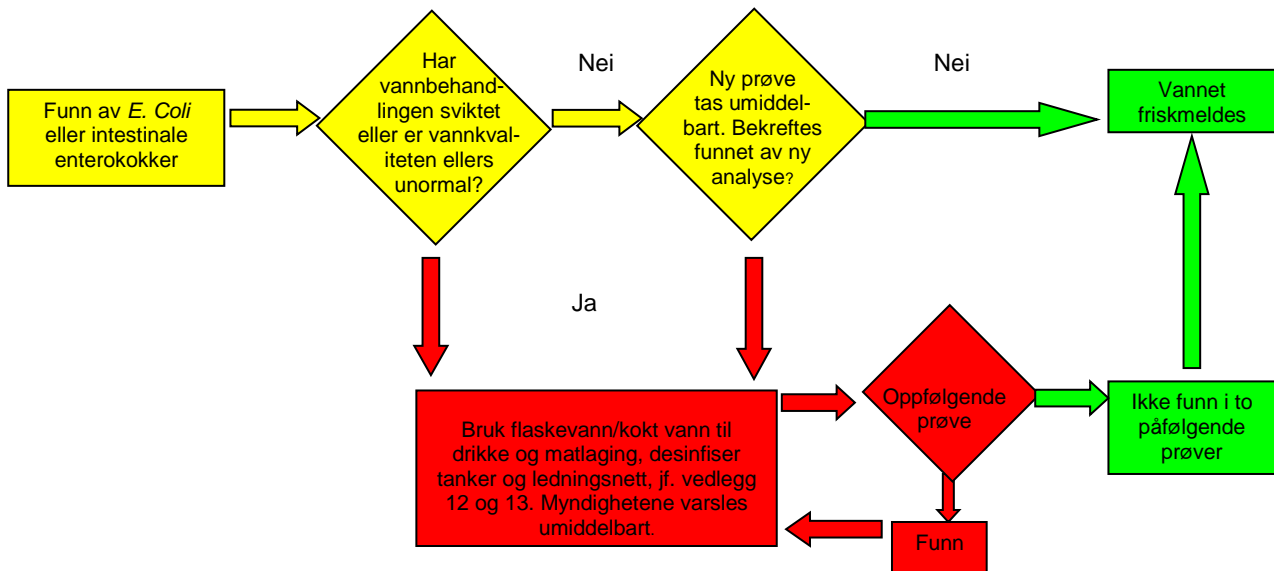
Lukt, smak, klarhet og pH: Se 4.3.1.

Vurdering av lukt og smak må gjøres innendørs og vurdering av klarhet må gjøres i godt lys.

Farge: Fargetallet skal være lavere enn 20 (mg Pt per liter), men instrumentets måleusikkerhet må trekkes fra grenseverdien. 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.

Konduktivitet: Konduktiviteten til vann som mottas offshore må ikke være nevneverdig høyere enn den som vannet hadde i land. Tidligere hadde vann fra norske vannverk normalt konduktivitet under 10 mS/m (tilsvarer 100 μ S/cm). 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, da dette tyder på forurensning fra sjøvann. 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/sirkulering skal det påvises fritt klor, se 4.3.1.



Figur 4.6: Flytskjema for tiltak ved funn av *E. coli* eller intestinale enterokokker (Ill.: Karin Melsom)

4.3.3 Enkel månedlig rutinekontroll

Hver måned bør det sendes prøver til akkreditert laboratorium. Forslag til prøvetakingsprogram er omtalt i 4.4, mens veiledning i vannprøvetaking finnes i vedlegg 7 og 8. Feilsøkingsskjema for vanlige avvik i drikkevannskvalitet finnes i vedlegg 9. Følgende parametere bør analyseres:

Farge: Se 4.3.2.

Lukt og smak: Se 4.3.1.

Turbiditet: Skal være under 1 FNU når vannet passerer UV-anlegget. 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 forurenset av andre smittestoff med lang overlevelsestid, som *Cryptosporidium* eller norovirus. *Clostridium perfringens* kan i seg selv også føre til matforgiftning.

***E. coli*:** Skal ikke påvises i 100 ml vann, og funn må meldes til tilsynsmyndigheten umiddelbart. *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, se figur 4.6. 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 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 forurensete tanker og ledningsnett.



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

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 som er beskrevet for *E. coli*.

Kimtall 22° C/72 timer: Kimtall i tanker og ledningsnett bør være under 100 i én ml vann. Målt rett etter desinfeksjonsanlegget bør det være under 10 i én ml vann. Analysen avdekker en vid gruppe mikrober som finnes naturlig i drikkevann. Kimtall over 100 tyder på at man har begroing (biofilm) i systemet, og man må klarlegge årsaken til problemene og finne korrigerende tiltak. Begroing kan øke korrosjon og 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 mikrober som *Legionella* kan finne livsvilkår, se 9.2.7.

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. Likevel bør man her ta de samme forholdsreglene som er beskrevet for *E. coli*.

Jern: Skal være under 0,2 mg/l (milligram/liter). Overskridelser av grenseverdien viser at det foregår korrosjon i drikkevannssystemet. Høye jernverdier har liten helsemessig betydning, men kan indikere potensiale for andre typer korrosjon, for eksempel av tungmetaller. Jernverdier bør også søkes holdt så lave som mulig fordi utfelt jern 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.

Kobber: Skal være under 1,0 mg/l målt i enden av ledningsnett. Da verdiene i varmtvann kan være mye høyere enn i kaldtvann, bør kobberverdiene i kaldtvannet, etter kortvarig spyling, være mye lavere. Kobberverdier over 0,3 mg/l viser at alkaliseringsanlegget ikke fungerer tilfredsstillende, og bør være maksimalgrense for kobber i

kaldtvann offshore (unntatt dersom kobber brukes til biofilmbekjempelse, se 9.2.7). Sterkt kobberholdig vann, over 3 mg/l, er ikke uvanlig når vannet har stått stille i rørene en tid. Hos enkelte vil dette kunne føre til akutt mageirritasjon. Høyt kobberinnhold gir vannet bitter smak og fører til misfarging av sanitærutstyr, og i større mengder også til misfarging av hår hos blonde personer ved dusjing (fig. 4.7) Oppløste kobberioner påskynder også korrosjon på andre metaller.

pH (surhetsgrad): Se 4.3.1.

Tilleggsanalyser:

Kalsium: Dersom alkaliseringsfilter, se 8.1, brukes i vannbehandlingen, bør det i tillegg tas månedlige analyser av kalsium. Kalsiumverdiene bør i slike tilfeller ligge mellom 15 og 25 mg Ca/l. Slike analyser viser om driften av anlegget er optimal. Høye kalsiumverdier kan føre til beleggdannelse i UV-anlegg.

4.3.4 Utvidet årlig rutinekontroll

Med mindre drikkevannsforskriften krever noe annet, så bør det årlig tas et utvidet antall fysisk/kjemiske drikkevannsparemetere og få disse analysert ved et 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 parametere:

Benzen: Skal være under 1 µg/l. Påvist offshore pga. forurensning fra maling. Kreftfremkallende. Mye om stoffets skadevirkende evne er ukjent.

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

Bly: Skal være under 10 µg/l. For høye blyverdier skyldes normalt korrosjon i 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 UV-bestråling av vann som inneholder bromid

og klor. Kan dannes når elektroklorert sjøvann har passert evaporator. Også funnet offshore som forurensning ved bruk av hypokloritt som ikke er godkjent for drikkevannsmål, se 2.4. Mulig kreftfremkallende og genskadende.

Hydrokarboner, mineralolje: Bør være under 10 µg/l. Funnet offshore etter lekkasjer og via forurensning fra maling eller løsemidler. Medfører ofte problemer med lukt og smak.

Kadmium: Skal være under 5 µg/l. Høye kadmi-umverdier skyldes normalt korrosjon i ledningsnett og armatur. Kadmium er meget giftig og akkumuleres i kroppen og påvirker en rekke organer. Kreftfremkallende ved innånding, men ukjent om kadmium er skadelig oralt.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH): Skal være under 0,10 µg/l (summen av benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(ghi)perylen og indeno(1,2,3-cd)pyren). Funnet offshore, sannsynligvis som følge av eksosforurensning via tankenes lufteventil. Sannsynligvis kreftfremkallende.

Trihalometaner (THM): Skal være under 50 µg/l (gjelder summen av kloroform, bromoform, dibromklormetan og bromdiklormetan). Stoffene er funnet offshore etter elektroklorering av sjøvannsinntak til vannproduksjonsanlegg. THM er flyktige og kan oppkonsentreres over evaporatorer. Videre har grensen blitt overskredet noen steder hvor man bunkrer og klorerer vann som allerede har høye THM-verdier, spesielt om vannet kloreres flere ganger (bunkring til tanker som inneholder mye vann). Kloroform og bromdiklormetan er klassifisert som mulig kreftfremkallende for mennesker. De øvrige ikke er klassifisert på grunn av utilstrekkelige data.

Tilleggsanalyser:

Bor: Skal være under 1,0 mg/l. Trenger kun måles dersom vannet produseres ved omvendt osmose. Bor finnes i sjøvann, og kan passere en omvendt osmosemembran. Kan gi negative reproduktive og utviklingsmessige effekter.

Glykoler: Bør være under 10 µg/l. Trenger kun måles dersom disse kan forurense drikkevannet ved lekkasjer fra evaporator eller andre kilder.

Krom: Skal være under 50 µg/l. Trenger kun måles det første året på nye innretninger for å verifisere at krominnhold i ventiler og armaturer ikke forringer vannkvaliteten.

Nikkel: Skal være under 20 µg/l. Trenger kun måles det første året på nye innretninger for å verifisere at nikkelinhold i ventiler og armaturer ikke forringer vannkvaliteten.

4.3.5 Parametere som bør kunne unntas

I utgangspunktet skal man analysere alle parametere som følger av drikkevannsforskriften. Noen av parameterne vil av forskjellige årsaker neppe vil kunne overskrides offshore, og vil av den grunn kunne unntas fra prøvetaking. Drikkevannsforskriften angir hvilke vilkår som i så tilfelle gjelder. Dette gjelder følgende parametere:

1,2-dikloreten: Ikke påvist offshore.

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.

Akrylamid: Lite aktuelt i norsk vann.

Ammonium: Ikke påvist offshore.

Antimon: Lite aktuelt i norsk vann.

Arsen: Lite aktuelt i norsk vann.

Cyanid: Lite aktuelt i norsk vann.

Epiklorhydrin: 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.

Kjemisk oksygenforbruk (alternativt TOC): Ikke påvist offshore.

Klorid: Trenger bare måles ved høye konduktivitetsverdier. Skal være under 200 mg/l. Høye verdier gir korrosivt vann, smak, og er et tegn på at vann kan være forurenset av sjøvann. Konduk-

tivitet målt ut fra vannproduksjonsanlegg skyldes hovedsakelig rester av natriumklorid. Konduktivitet på 1 mS/m tilsvarer noe under 3 mg/l Cl.

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.

Natrium: Trenger bare måles dersom man har unormale konduktivitetsverdier. Skal være under 200 mg/l, men 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. Konduktivitet målt ut fra et vannproduksjonsanlegg skyldes hovedsakelig rester av natriumklorid, og en konduktivitet på 1 mS/m tilsvarer noe under 2 mg/l Na.

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.

Selen: Lite aktuelt i norsk vann.

Sulfat: Trenger ikke analyseres offshore, da sjøvannsforurensning oppdages ved måling av konduktivitet, mens vannbehandling som medfører risiko for sulfatforurensning ikke er aktuelt offshore.

Tetrakloreten og trikloreten: Ikke påvist offshore.

Vinylklorid: Lite aktuelt i norsk vann.

4.4 Prøvetakingspunkter

Drikkevannsforskriften stiller krav om at vannet skal ha drikkevannskvalitet der vannet leveres til brukeren. Det vil i praksis si i enhver vannkran i innretningen. Siden det er mange vannkraner, må man gjennomføre en risikoanalyse for å plukke ut spesielt viktige kranser eller andre punkter. Har man mange slike, er det vanlig med et rullerende prøvetakingsregime.

Eksempler på viktige prøvetakingspunkter og/eller kontrollpunkter kan være:

- Sjøvann før vannproduksjon
- Selve vannbehandlingsprosessene
- Vann ut fra drikkevannstank
- Tappepunkter i kjøkken og hospital
- Punkter andre steder på nettet hvor det tappes drikkevann; spesielt nær enden av forgreninger av ledningsnett

Ett av prøvestedene i distribusjonsnettene bør være et fast referansepunkt. anbefalte analyseparametere og analysefrekvens er omtalt under 4.3.

4.5 Flaskevann

Drikkevann på flaske og i annen emballasje kan være et supplement til vannforsyningen, men det øvrige vannet skal uansett være av minst like god kvalitet. Som tørstedrikk utenom normalt inntak av juice, melk, te eller kaffe, anbefales vann. 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 kranser 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 natrium, fluor eller andre stoffer (fig. 4.9). Det flaskevannet man drikker daglig bør ha lavt natriuminhold

(ofte kalt Na^+ eller Sodium). Det er ingen helsemessig forskjell på flaskevann med eller uten kullsyre.

4.6 Viktig analyseutstyr

Farge: Måles i milligram platina per liter (mg/l Pt) ved bruk av fotometer eller spektrofotometer, og måleutstyret må kunne måle farge i intervallet 2-50 mg Pt/l. Utstyrets målesikkerhet må trekkes fra grenseverdien, slik at dersom apparatet kan måle med en nøyaktighet på ± 2 mg Pt/l, må man avvise bunkret vann dersom fargetallet er over 18.

Klor: 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:
 $\pm 0,05$ mg Cl_2 /l i området 0,1-1 mg Cl_2 /l
 $\pm 0,2$ mg Cl_2 /l i området 1-10 mg Cl_2 /l

Konduktivitet: Måles som milliSiemens per meter (mS/m) eller mikroSiemens per centimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$). 1 mS/m tilsvarer 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Måleapparatet må kunne måle konduktivitet i området 0-100 mS/m ved 25°C, med presisjonskrav på $\pm 5\%$.

PH-verdi: Måleapparatet må kunne måle pH-verdier i området 4-10, med presisjonskrav på $\pm 0,1$ pH-enhet. Gode kalibreringsrutiner må etableres.

Tilleggsutstyr:

For innretninger som opererer på steder hvor man ikke har tilgang til laboratorietjenester fra land, kan kintall, *E. coli* og andre bakteriologiske parametere måles med enkle testkit (man får resultater innen 24-48 timer). Slike testkit kan også brukes om man ønsker raskere og hyppigere oppfølging av bakteriologiske parametere under ordinær drift, for eksempel når man følger opp kvalitetsproblemer.



Figur 4.9: Noen typer naturlig mineralvann har høyt saltinnhold, noe konduktivitetsmålingen her viser (Foto: Eyvind Andersen)

5. Generelle krav til utforming

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

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

HMS-regelverket krever at drikkevannsanlegg skal utformes 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.

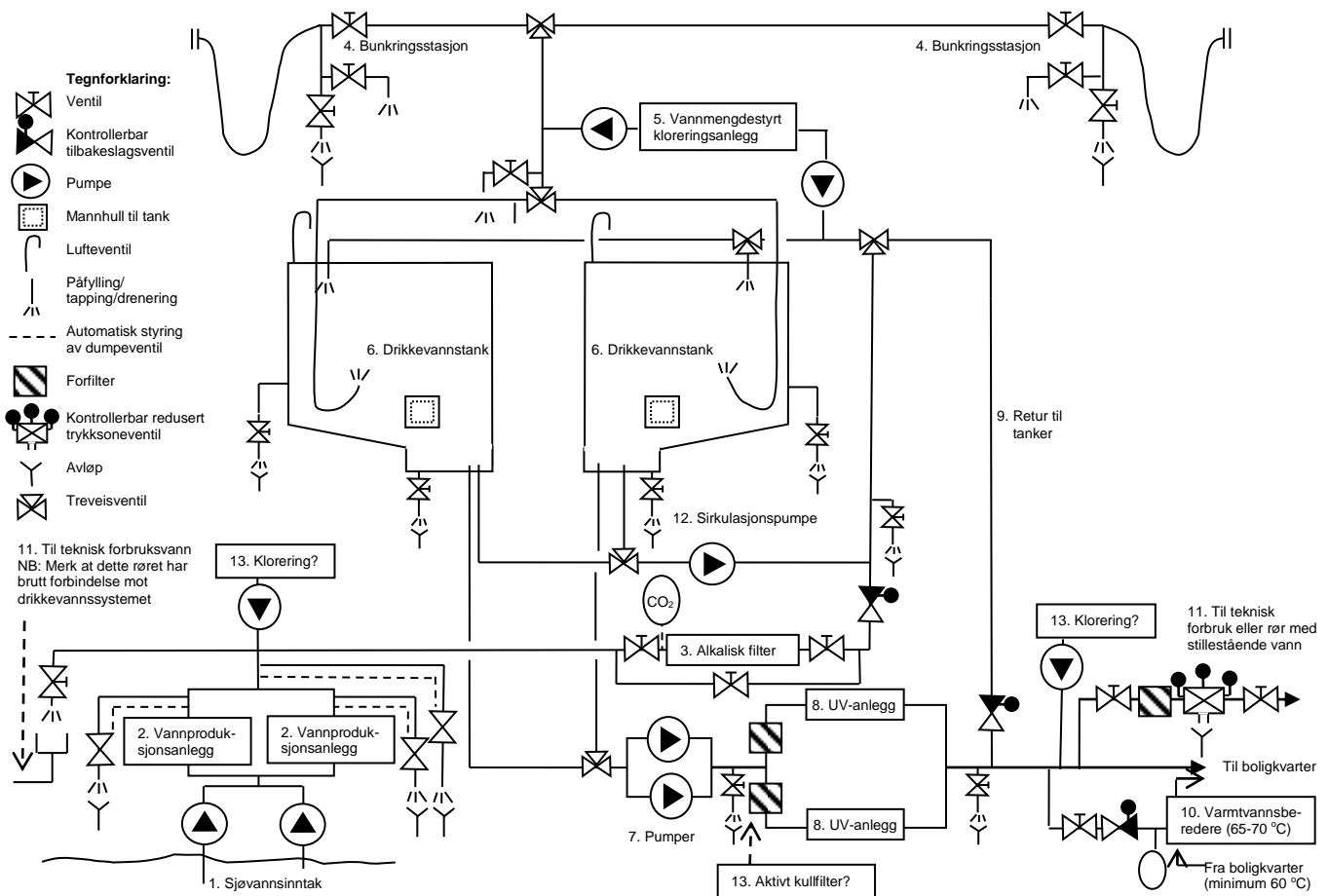
Når man avgjør om innretningens vannforsyning hovedsakelig skal baseres på bunkring eller på egenproduksjon av vann, bør man ta hensyn til at produsert vann har svært god kvalitet, og i tillegg ofte også er den billigste løsningen i det lange løp. Ved bunkring av vann er det videre mange ledd som kan svikte med hensyn til kvalitet, se kapittel 7.

Under 5.1 er det gitt et eksempel på hvordan et offshore drikkevannsanlegg kan utformes, og i 5.2 omtales generelle krav til utforming av drikkevannsanlegg. Spesielle råd og krav til utforming av de enkelte delene av drikkevannsanlegget gis i kapitlene 6 til 10 i denne veilederen.

5.1 Eksempel på et anlegg

Figur 5.1 viser en skjematisk skisse over hvordan et drikkevannssystem kan utformes. Numrene på figuren henviser til følgende tekst:

1. To sjøvannsinntak forsyner innretningen med råvann. Dette gjør det mulig å hente vann fra ulike sider av innretningen og ulike dyp, ved lokale forurensningsproblemer. Inntakene er stengbare, og er ikke tilknyttet samme sjøkiste som forsyner kjølevann for maskineri eller annet forbruk som skjer i kystnære området.
2. To vannproduksjonsenheter, hver med 100 % produksjonskapasitet (alternativt 3*50 %), sikrer vannproduksjon selv om en av enhetene midlertidig er ute av drift. Produsert vann dumpes automatisk dersom konduktiviteten (saltinnholdet) blir for høy, og anleggene har i tillegg en felles konduktivitetmåler og dumpeventil som ekstra sikkerhet.
3. Alkalisk filter for produsert vann gjør vannet mindre aggressivt. CO₂-tilsetning før filteret gjør at prosessen går fortere og stabiliserer pH innen det gunstigste området, se 8.1.
4. Bunkringsstasjonene er utformet slik at det er mulig å spyle vann over bord og ta vannprøver før man fyller tankene. Med to stasjoner kan vann bunkres fra den siden av innretningen som er mest gunstig med hensyn til vær etc. Spyling av bunkringslange og rør skal skje med samme vannhastighet som det bunkres i (ofte rundt 250 m³/t), og spylorøret og ventilen må derfor ha samme dimensjon som det øvrige rørr nettet som brukes til bunkring. Bunkringsrørr nettet dreneres mot et lavpunkt for å unngå at rester av gammelt vann forblir i nettet etter avsluttet bunkring.
5. Vannmålerstyrt kloreringsanlegg sikrer riktig klordosering av bunkret og sirkulert vann.
6. Minimum to drikkevannstanker, se tabell 9.1, må til for å sikre at man har tilgang på vann selv om én tank skal vedlikeholdes, blir forurenset eller må tømmes. Tankene har kofferdammer/rene rom på alle sider som ikke grenser til annen drikkevannstank. 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 lufteventiler, er sikret mot inntrenging av sjøvann og annen forurensning, se 9.1.2. Tankens innløpsrør for er utformet slik at det bidrar til å øke sirkuleringen av vannet i tanken. Automatikk sørger for at vann ikke kan bunkres til en tank som samtidig leverer vann ut på nettet.



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

7. Systemet har to frekvensstyrte vannpumper som hver kan dekke 100 % av vannforbruket. Bruk av pumper er normalt en bedre løsning enn bruk av hydrofortanker (av hensyn til renhold og risiko for mikrobeoppvekst).
8. To eller flere UV-enheter. Man kan ta ut én enhet av drift ved svikt eller vedlikehold, og likevel ha stor nok desinfeksjonskapasitet (maksimal vannleveranse ut på nettet ved den dårligste aktuelle UV-transmisjonen), se 8.3.2. En ventil stenger vannleveransen ved teknisk svikt eller svikt i vannbehandlingen. Anlegget bør koples til nødstrøm for å unngå avbrudd i vannforsyningen. Før UV-enhetene anbefales et partikkelfilter, da mikrober ellers kan passere gjennom anlegget i perioder hvor vannet eventuelt er turbid.
9. Returrør (eller trykktank) sørger for jevnt trykk. Røret er plassert etter UV-anlegg for å sørge for tilstrekkelig gjennomstrømning i perioder med lavt vannforbruk til å unngå UV-overoppheting. Løsningen bidrar også til vannkvalitetsforbedring ved at vann passerer partikkelfilter og UV-anlegg flere ganger. Returrøret i tanken er plassert for å bidra til tanksirkulering, og vannet returneres automatisk til samme tank som det kom fra.
10. Varmtvann sirkuleres via beredere med tilstrekkelig høy temperatur (normalt 65-70° C) til å sikre både at vannet i bunn av berederen jevnlig er over 60° C, og at hele varmtvannsløypen holder over 60° C, se 4.2.5. Rørisolasjon er nødvendig for å få dette til, se 9.2.8. En kontrollerbar tilbakeslagsventil forhindrer lekkasje fra varmtvann- til kaldtvannssystemet. Alle tilknytninger til utstyr hvor varmt og kaldt vann blandes må sikres tilstrekkelig. Et ekspansjonskar regulerer systemtrykket.
11. Der andre systemer koples til drikkevann er det installert brutt forbindelse eller likeverdig sikring for å unngå tilbakestrømning, se 9.2.5. For å unngå stillestående vann, plasseres sikringen så nær avgreningen som mulig.
12. En egen sirkulasjonspumpe har stor nok kapasitet til raskt å kunne sirkulere og

etterklorere vannet i en av tankene (ofte 4-6 timer), mens vann leveres ut på ledningsnettets fra den andre tanken. Automatikk sørger for at sirkuleringspumpen returnerer vannet til samme tank som den suger fra.

13. For innretninger som opererer i varmt klima, se 9.2.11, og for innretninger som har problemer med oppvekst av biofilm, kan det være en fordel med kontinuerlig klorering (eller annen vannbehandling, som klordioksidtilsetning eller sølv/kobber ionisering) for å forebygge biofilm, *Legionella* etc. Siden klorering vil øke dannelsen av kloreringsbiprodukter, anbefaler vi følgende systemdesign: Klor tilsettes rett etter vannproduksjonen og kan i tillegg doseres ved tankresirkulering. Før UV-anlegget fjernes klor og biprodukter i aktivt kullfilter (plassering før UV-filter vil løse eventuelle problemer med bakteriologisk oppvekst i kullfilteret, kan også fungere som partikkelfilter). Deretter tilsettes klor på nytt etter avgreiningen til varmtvannssystemet (klor i varmtvannssystemet er ugunstig, da dette fører til økt korrosjon). Mengdestyrte kloreringsenheter anbefales.

5.2 Retningslinjer ved planlegging og bygging av drikkevannsanlegg

De fleste hensyn man bør ta når man skal utforme et drikkevannsanlegg, er opplagte ut fra sunn fornuft. Likevel gjøres det ofte feil, enten på grunn av ubetenksomhet, eller fordi hensynet til drikkevann kommer i konflikt med andre tekniske, økonomiske eller praktiske hensyn. Folkehelseinstituttet anbefaler derfor at den ansvarlige bruker vår sjekklister for nybygg, se vedlegg 1, for selv å vurdere om prosjektet tilfredsstillende kravene i regelverket. Det anbefales at man i designfasen gir en person med god erfaring fra drift av denne typen anlegg rollen som teknisk systemansvarlig som skal sikre at anlegget fungerer som helhet med hensyn til tekniske løsninger, drift og vedlikehold.



Figur 5.2: Under byggeprosessen bør ikke rørsystemet forurenses. Sammenklemt rørende hindrer forurensning (Foto: Bjørn Løfsgaard)

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 (fig. 5.2). Gjennom å involvere personell med driftserfaring i prosessen, vil mange feil kunne unngås.

5.2.1 Ergonomi

Innretningsforskriftens § 20, 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 syndes mot kravet til ergonomisk utforming av drikkevannsanlegget i følgende sammenhenger:

- Spyleventilen på bunkringsstasjonen er plassert slik at mannskapet på innretningen og/eller mannskapet på forsyningsfartøyet utsettes for kraftig sprut.
- I drikkevannstanker er det ofte lavt eller svært høyt under taket. Begge deler vanskeligjør renhold og vedlikehold (fig. 5.3). Ledere og plattformer inne i tanken kan lette arbeidet, se 9.1.2, men disse må også utformes med tanke på renhold og vedlikehold.



Figur 5.3: Denne drikkevannstanken er høy og mangler adkomstplattformer for rengjøring. Dette har resultert i dårlig vedlikehold. Veggene er ganske rene opp til to meters høyde, deretter blir de mer skitne, og over 4 meter er veggene brune av skitt (Foto: Eyvind Andersen)



Figur 5.4: Denne tanken har dreneringssump og vertikale avstivere med utsparinger mot gulv, og er derfor lett å drenere (Foto: Eyvind Andersen)

- Eksisterende drikkevannstanker kan ha avstivere og annet inne i tanken som vanskeliggjør renhold og vedlikehold, og dette bør unngås. Avstivere etc. som ikke er til å unngå, bør utformes slik at de er lette å rengjøre, og slik at spylevann ikke samles oppå eller mellom dem (fig. 5.4).
- Tanker mangler dreneringsavløp på laveste nivå.
- Alkaliseringsfiltre har ofte små adkomsthull som vanskeliggjør fylling og tømning av filtermasse og som gjør det vanskelig å få rengjort filteret innvendig (fig. 5.5). Fylling som krever klatring og/eller tunge løft er heller ikke uvanlig.
- Varmtvannstanker og trykktanker har ofte dårlig adkomst for innvendig vedlikehold.
- Viktige ventiler som 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 vanskelige å komme til, spesielt for operasjoner som krever at man har med seg tyngre utstyr inn i tanken.
- Systemkomponenter som krever driftstilsyn ofte er plassert i områder med mye støy.

5.2.2 Sikring mot feilhandlinger

Innretningsforskriftens § 20, 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 § 5. Tekniske løsninger med mange ledd som kan svikte, bør unngås. Ved vurdering av systemets enkeltledd bør det velges alternativer som gir 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 der man lett kan lede vann utenom desinfeksjon.
- Løsninger som krever intensiv driftsoppfølging for å fungere.
- Løsninger som ikke tåler variasjoner i vannkvalitet, vannmengde etc.
- 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. Erfaringer viser at man ofte har et høyt daglig vannforbruk offshore, og man beregner at hver person trenger 200 liter daglig til drikke, matlagning, dusjing og vasking osv. *Lagerkapasiteten* skal sikre nok vann også ved tankvedlikehold og stans i vannproduksjon og vannleveranser. Tankene bør være omtrent like store, og krav til total lagerkapasitet for drikkevann avhenger av vannproduksjonskapasitet og antall tanker, se 9.1.1.



Figur 5.5: Alkaliseringsfiltre, trykktanker og varmtvannsbereidere leveres ofte med adkomsthull som er så små at de i praksis ikke er mulige å rengjøre (Foto: Eyvind Andersen)



Figur 5.6: Rester av en fugl funnet i drikkevannstanker. Den kom inn via bunkringslangen, ble sittende fast i en ventil, og ble spredt til alle tankene når den gikk i oppløsning (Foto: Bildet brukes anonymt etter avtale med selskapet)

Hvis vannet lagres for lenge, kan det oppstå problemer med lukt og smak, og tankene bør derfor driftes slik at dette unngås. Man bør forsøke å unngå at vannet lagres over 20 døgn. Under normal drift skal ikke alle tanker tømmes samtidig, og minimumskravet til vannreserve er to døgn maksimalforbruk. Må man bruke av denne reserven, må dette avviksbehandles, se 3.5. Regelverket krever ikke at flaskevann lagres om bord for beredskapsformål, men overlater dette til selskapenes beredskapsplanlegging.

5.2.4 Hygieniske barrierer - sikring mot forurensninger

Et grunnleggende prinsipp i norsk drikkevannsforsyning er at man skal ha uavhengige hygieniske barrierer mot alle typer forurensning, 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. Hygieniske barrierer 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, 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 (fig. 5.6). Det å sikre to hygieniske barrierer mot alle typer forurensning gjennom hele prosessen er en krevende oppgave. Viktige tiltak i så måte er:

- Sikring av sjøvannsinntak 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 én barriere mot de fleste typer kjemisk forurensning, og er videre en forutsetning for trygg vannproduksjon.
- Når sjøvann av god kvalitet er sikret, gir vannproduksjon med evaporator eller omvendt osmoseanlegg én barriere mot de fleste typer forurensning, se likevel om evaporering og flyktige stoffer i kapittel 6.
- Tapp punkter og rutiner for fylling av vann fra forsyningsbasen på land er 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, se kapittel 7.
- 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, se 7.2.
- Den andre barrieren mot mikrober oppnås normalt ved UV-anlegg, se 8.3.
- Det er viktig å hindre at drikkevannet forurennes før det når forbrukerne, se kapittel 9. Brutt forbindelse eller likeverdig løsning sikrer vannet mot forurensning fra ulike typer tekniske tilknytninger. Forurensning via usikrede tilsetningsstofftanker og luftenventiler for drikkevannstanker må også unngås, og slike ventiler og tanker må derfor plasseres i områder med lav risiko for forurensning.
- Risiko for undertrykk i deler av systemet på grunn av trykkforskjeller bør vurderes.



Figur 5.7: Lett tilgjengelig klortank som er godt merket og sikret (Foto: Eyvind Andersen)

5.2.5 Lokalisering, merking og beskyttelse av utstyret

Dette temaet behandles i detalj i kapitlene 6-9. Etter HMS-regelverket stilles følgende generelle utformingskrav:

- Driftsutstyr, ventiler, tanker etc. skal være merket og lett tilgjengelig.
- Utforming av utstyr og arbeidsområder skal legge til rette for enkelt vedlikehold.
- Utstyret skal være beskyttet mot forurensning fra prosessutstyr og annet.
- Drikkevannsrør 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 tilkopling 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. 5.7).
- 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 9.2.6.

5.2.6 Plassering og utforming av prøvepunkter

Dersom det oppstår vannkvalitetsproblemer, er det viktig å kunne finne ut hvor i systemet problemene oppstår og eventuelt forsvinner. Det må derfor være et tilstrekkelig antall vannprøvesteder. Det skal finnes prøvepunkter på bunkringsstasjoner, drikkevannstanker og ellers etter hver hovedkomponent i drikkevannssystemet som

produksjonseenheter, desinfeksjonsutstyr, alkaliseringfilter og annet vannbehandlingsutstyr.

Lokalisering, merking og beskyttelse av utstyr er omtalt i 5.2.5, men følgende forhold presiseres likevel: Tilkoblingsrøret fra hovedrøret og ut til prøveventilen bør være så kort som mulig for å unngå stillestående vann. Rør etter ventil bør være selvdrenerende, så kort som mulig og ha en form som lett kan desinfiseres med klor, sprit eller varme, da de ellers vil inneholde stillestående vann og vil være vanskelige å desinfisere (fig. 5.8). Røret bør ha blindlokk/endecap.

5.2.7 Malinger og beskyttelsesbelegg

Malinger og belegg som brukes i drikkevannstanker, har ofte forurenset drikkevannet på grunn av feil påføring, manglende herding eller bruk av løsemidler, og det må kunne dokumenteres at de er påført i tråd med leverandørens anbefalinger, se 9.1.4.

5.3 Ombygging eller endring av drikkevannsanlegget

Skal deler av anlegget endres eller tas ut av drift, må det vurderes om anlegget fremdeles oppfyller kravene til drikkevannsanlegg offshore. Vesentlige endringer skal meldes til myndighetene, se styringsforskriftens § 25.



Figur 5.8: Kort og selvdrenerende prøvepunkt med liten rørdiameter. Kort avstand fra hovedrør til ventil gjør at stillestående vann unngås. Ved å plassere uttaket på oversiden unngår man at partikler legger seg i prøvepunktet. Rørenden kunne med fordel vært kortere for å lette desinfeksjon av prøvepunktet (Foto: Eyvind Andersen)

6. Vannproduksjon

På offshoreinnretninger produseres vann enten ved omvendt osmose eller evaporering. Dette vannet må behandles for at det ikke skal virke korrosivt på ledningsnett og armatur, se 8.1. Det må sikres at sjøvannet som brukes i produksjonen er rent, og produksjonen må stoppes når man kjenner til risiko for forurenset sjøvann.

Vannproduksjonskapasiteten bør være stor nok til å dekke både drikkevannsforbruk og eventuelt teknisk vannforbruk, også når sjøvannstemperaturen er lav (5°C). Videre bør produksjonskapasiteten være stor nok til at man kan etterfylle en tank som har vært tømt (med 2*100 % produksjonskapasitet kan ett anlegg dekke daglig forbruk, mens man bruker begge anleggene når en tom tank skal etterfylles).

6.1 Sjøvannsinntak

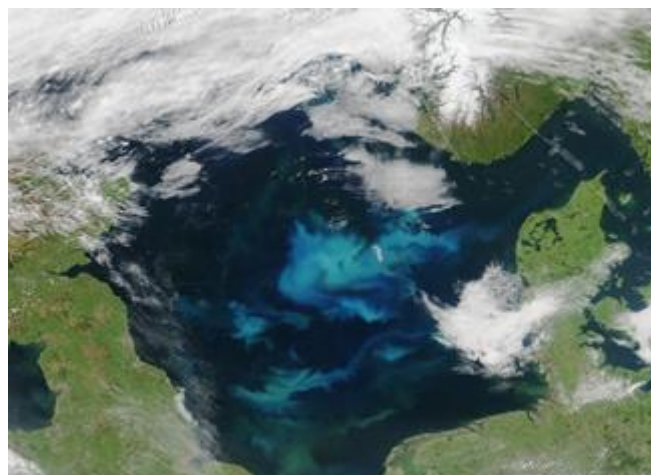
Et sjøvannssystem har normalt to sjøvannsinntak. Vannet pumpes til ulike typer forbrukere av sjøvannet, eksempelvis brannvann og produksjonsanlegg for drikkevann. Sjøvannet må sikres mot de ulike typer forurensning som kan komme inn.

6.1.1 Aktuelle forurensningstrusler

Sjøvann som brukes til drikkevannsproduksjon kan være forurenset av egne eller andre innretningers utslipp, eller av nærliggende skip. Vannproduksjon må unngås når innretningen befinner seg nær land, og rutiner for stengning av sjøvannsinntak må etableres der man har stengemulighet. Følgende forurensninger er mest aktuelle:

Sanitærutslipp: Kloakk og spillvann fra boligkvarteret, samt kjøkkenavfall, matrester m.v. fra byssa inneholder næringsstoffer, smittestoff og andre mikrober. 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.



Figur 6.1: Intense planktonoppblomstringer i sommerhalvåret, her observert i Nordsjøen fra NASAs jordobservatorium, kan av og til føre til lukt- og smaksproblemer på innretninger som produserer drikkevann (Foto: NASA/Jesse Allen)

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 mikrober: I perioder har enkeltorganismer sterk oppvekst i sjøvannet (fig.6.1). 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 fra vår til høst. Vertikalt adskilte sjøvannsinntak kan gjøre det mulig å ta inn vann fra et dyp som er lite påvirket.

Elektroklorering av sjøvannsinntak: Bruk av denne metoden for begroingshindring øker (i motsetning til begroingshindring ved bruk av kobberanoder) risikoen for overskridelser av grenseverdier for blant annet bromat og trihalometaner når man produserer vann ved evaporasjon. For å minimere slike problemer må selskapet sikre at elektrokloreringen tilpasses forbruket, slik at man unngår overdosering av klor i perioder med lavt sjøvannsforbruk. Det må videre lages et vannprøveprogram for å dokumentere betryggende elektroklorering.

6.1.2 Lokalisering av sjøvannsinntak

Ved plassering av sjøvannsinntak må det dokumenteres at innretningens utslipp ikke forurenser inntakene. For eksisterende innretninger kan skjellprøver bekrefte/avkrefte påvirkning. For å

vurdere forurensningsrisiko må det gjøres spredningsanalyser basert på anerkjente modeller, se styringsforskriften § 16. Dersom flere av faktorene under er usikre, bør sikkerhetsmarginene i beregningene være høye. Følgende tiltak bør gjøres for å hindre eller redusere forurensning:

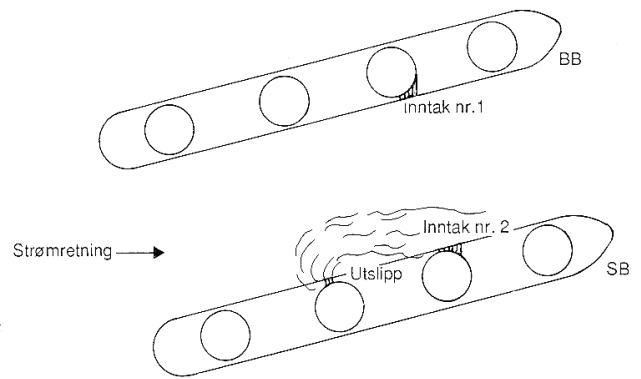
Inntakene lokaliseres så langt fra utslippene som det er teknisk mulig. Når bølger treffer plattformbeina blir det kraftig omrøring og blanding av vannmassene (fig. 6.2). Utslipp under plattformen vil komme ut i et turbulent miljø som kan forårsake kraftig spredning og fortykning, både horisontalt og vertikalt. Inntak og utslipp bør plasseres på forskjellige bein/pongtonger, 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 mikrober.

Inntakene lokaliseres gunstig i forhold til havstrømmenes retning. Inntakene bør plasseres oppstrøms utslippene i forhold til den strømningsretning som er vanlig i området (fig. 6.3).

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 uttynnet. Utslipp med høy tetthet kan forventes å synke, og 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.



Figur 6.2: Rundt plattformbeina er det stor turbulens. Sjøvannsinntak plasseres der forurensningsrisikoen er minst (Foto: Eyvind Andersen)



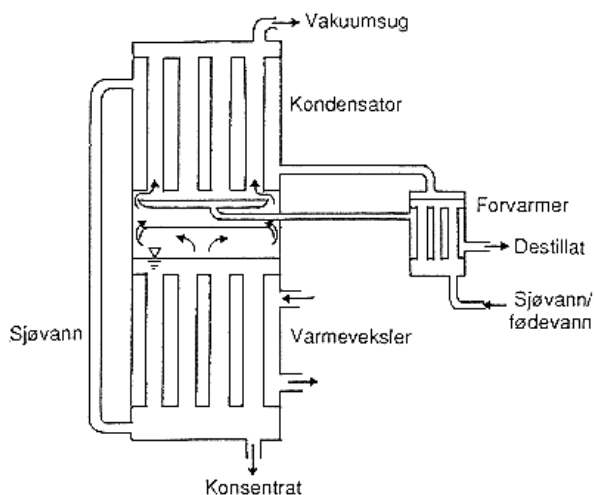
Figur 6.3: Sjøvannsinntak må ikke plasseres nedstrøms utslipp med den strømningsretning som er vanlig i området. Inntak bør ikke ligge på samme side som utslipp, og burde her vært flyttet til utsiden av pongtongene (Ill.: NIVAs tegnekontor)

Utforming og størrelse på utslippsrørene har betydning for spredning og fortykning av utslipp. Et rør som avsluttes i mange små hull (diffuser) vil øke fortykningen i forhold til et åpent rør med samme diameter. Med god fortykning blir utslippskonsentrasjonen 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 sjøvannstilkoplinger må utformes slik at de ikke kan forurense ledningsnett (ved tilbakeslag/tilbakesug). Drikkevannsinntaket kan sikres ved at det tilkoples som første forbruker på sjøvannssystemet, og ved å sikre påfølgende tilkoplinger mot tilbakestrømning, se 9.2.5.

Det er en fordel å ha stengbare sjøvannsinntak. Disse bør ikke være tilknyttet samme sjøkiste som kjølevannsinntak eller annet sjøvannsforsyning som må skje i kystnære områder. Sjøkister som brukes i havner og nær land medfører risiko for dannelse av en biofilm som kan inneholde *Pseudomonas* eller andre helsebetenkelige mikrober som siden påvirker drikkevannssystemet når dette tas i bruk igjen. Det er spesielt viktig med slik adskillelse på innretninger med dykkerkamre, da man der er spesielt sårbare for forurensning. For nybygg er dette et krav etter Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 11.2.



Figur 6.4: Prinsippskisse for vakuumsdestillering (Ill. hentet fra B3/NIVAs tegnekontor)

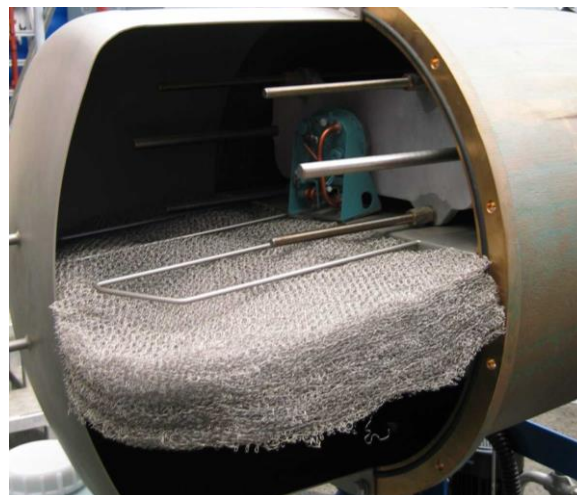
6.2 Evaporering

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 vakuumsdestillering (fig. 6.4), da det nesten ikke finnes andre typer evaporeringsanlegg på norsk sokkel.

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. 6.5). 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 mikrober vil kunne passere evaporatoren i forbindelse med støtkoking og driftsuhell. Ettersom bare en del av fødevannet fordampes, mens det antas at alle flyktige stoffer vil fordampe, kan dette resultere i konsentrering

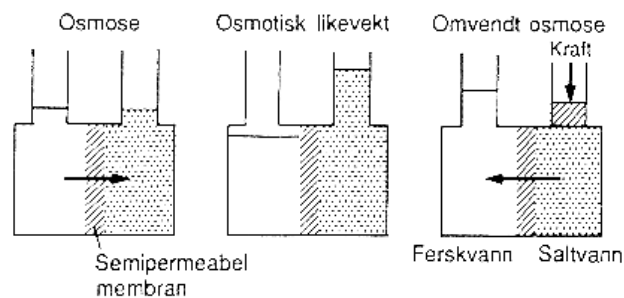
av slike forbindelser på ferskvannssiden. Ved elektrokloring av sjøvannsinntak, se 6.1.1, vil det kunne oppstå problemer med ulike klor og bromforbindelser som bromat og trihalometaner etter evaporering, se 4.3.4. Mengden av disse kan reduseres ved bedre styring av elektrokloringen eller ved å stille strengere krav til hvor rent det produserte vannet skal være. Mange flyktige forbindelser kan fjernes, se 8.4.



Figur 6.5: Innsiden av en evaporator. Nettingen hindrer at sjøvannsdryper 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 passerer membranen, mens mesteparten av saltet og andre forurensninger blir holdt tilbake. Vann som produseres ved omvendt osmose vil ofte ha høyere saltinnhold enn vann produsert ved evaporering, men energikostnadene ved produksjonen er ofte lavere ved evaporasjon. Da høyere saltinnhold gjør vannet mer korrosivt, se 8.1, er det viktig å bruke et egnet rørmateriale i vannforsyningsnettet.



Figur 6.6: Figuren viser hvordan prinsippet for osmose og omvendt osmose fungerer (Ill. hentet fra B3/NIVAs tegnekontor)



Figur 6.7: Omvendt osmoseanlegg. Membranene er i en rull inne i de hvite rørene (Foto: Eyvind Andersen)

Prinsippet for osmose og omvendt osmose er vist i figur 6.6. Når to løsninger med ulikt saltinnhold er atskilt av en semipermeabel (halvgjennomtrengelig) membran, vil vann strøme 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 strøme 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.

Bortsett fra for bor, se tilleggsanalyse i årlig analyseprogram i 4.3.3, gir omvendt osmoseanlegg gir bedre sikkerhet mot forurensning enn evaporatorer, men dersom membranene ødelegges, kan mikrober og andre stoffer slippe igjennom. Membranene kan være utformet på ulike måter (fig. 6.7). 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 eller natriumbisulfitt. 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, multimediafilter m.v. For å redusere den manuelle arbeidsmengden, bør spyle- og rengjøringsprosessene ved anleggene være automatiske. Noen membraner tåler ikke trykk motsatt vei, og i så tilfelle må disse sikres mot slikt press.



Figur 6.8: En konduktivitetsmåler sørger for at produsert vann automatisk sjekkes, og dumpes dersom grenseverdien overskrides (Foto: Eyvind Andersen)

6.4 Kontroll av konduktivitet

For å sikre at vann som produseres ved evaporering eller omvendt osmose er rent nok, må konduktiviteten (elektrisk ledningsevne) måles ut fra produksjonsanlegget. Saltvann har høy konduktivitet, og feil i vannproduksjonen vil merkes ved at konduktiviteten stiger (fig. 6.8).

Ved utløpet fra produksjonsanlegget skal det være en konduktivitetsmåler, også kalt ledningsevne-måler eller salinometer. Ved overskridelse av en grenseverdi, som er 6 mS/m for evaporatoranlegg og 75 mS/m for omvendt osmoseanlegg, skal vannproduksjonen stanses, og alarm utløses. Det er satt ulike alarmgrenser, da disse produksjonsmetodene gir vann med forskjellig saltinnhold. Alarmgrensene er satt slik at overskridelser av verdiene viser at anlegget drives feil. Konduktivitet omtales nærmere under 4.3.1.

I de senere år har det vært flere eksempler på at svikt ved konduktivitetsmåling eller automatisk dumping har ført til at hele drikkevannsanlegget har blitt fylt med saltvann. Dette er ikke ønskelig av hygieniske årsaker, og det er også krevende å gjenopprette god vannkvalitet etter slike episoder. Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 6.6 stiller derfor krav om at vannproduksjonsanlegg utstyres med to trinn med konduktivitetsmåling og dumping (fig. 6.9).

Konduktivitetsmåleren angir ledningsevne i mS/m, $\mu\text{S}/\text{cm}$ eller som ppm sjøsalt ($1 \text{ mS}/\text{m} = 10 \mu\text{S}/\text{cm} = 4,6 \text{ mg}/\text{l NaCl}$). Konduktivitetsmåleren bør være av en type hvor settpunktet kan justeres og sjekkes.



Figur 6.9: Evaporator med to uavhengig styrte (blå) dumpeventiler (Foto: Eyvind Andersen)

6.5 Kjemikaliebruk

Alle stoffer som brukes i eller i tilknytning til drikkevann skal være godkjente, se 2.4. Åpninger som brukes til påfylling av kjemikalier skal ha tett lokk for å unngå forurensning.

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

Bortsett fra avleiringshemmere, tilsettes kjemikalier 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.

7 Bunkring av drikkevann

Ved bunkring av drikkevann fra forsyningsbåter er det vanskelig å ha god kontroll over kvaliteten på drikkevannet. Vannet kan være forurenset allerede når det leveres til forsyningsbåten (fig. 7.1), og vannet kan også bli forurenset i forbindelse med transport ut til innretningen, både som følge av hendelser 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, hydrokarboner eller annet.

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 praktisk mulig å ta analyser som avdekker mikrober under bunkring. Det er derfor viktig at alt vann desinifiseres 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. Risikoen for å bunkre vann med dårlig kvalitet vil reduseres når selskapet stiller krav til forsyningsbaser (fig. 7.2) og forsyningsbåter om at de skal ha gode rutiner ved tapping og transport av drikkevann, samt tilstrekkelig renhold og vedlikehold av drikkevannstanker, se vedlegg 6.



Figur 7.1: Bunkringsstasjon på forsyningsbase. Vann kan være forurenset før det kommer ut til basen, og ved dårlige rutiner på forsyningsbasen kan både bunkringstilkoplinger og -slanger være forurenset (Foto: Eyvind Andersen)



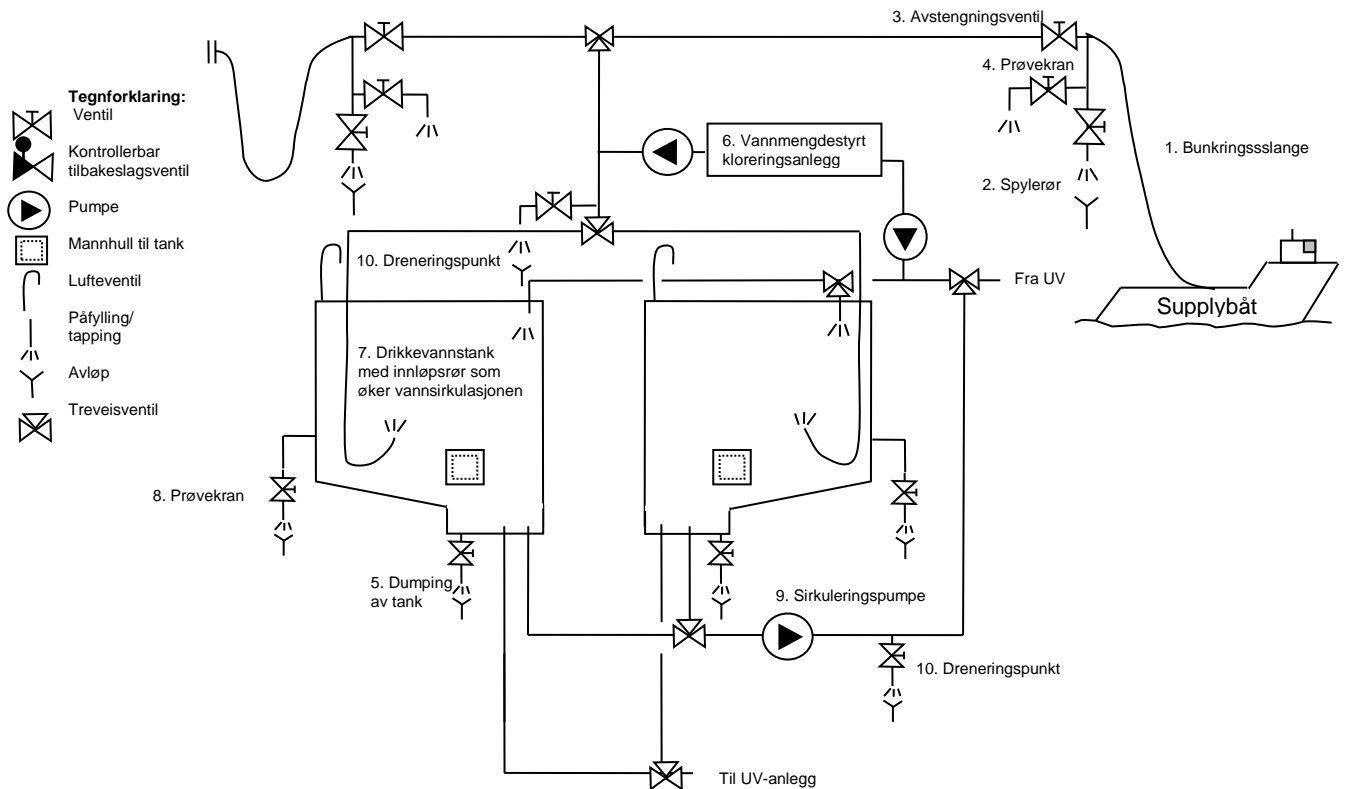
Figur 7.2: Ved at man på forsyningsbasen har en vanntank som fylles langsomt, men som gir mulighet for hurtig påfylling til forsyningsbåten unngår man spyleeffekt i ledningsnett på land, og får dermed renere vann (Foto: Eyvind Andersen)

7.1 Teknisk utforming av bunkringsanlegg og sirkulasjonssløyfe

Figur 7.3 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. Automatisk styring eller andre tekniske tiltak sørger for at vann bare bunkres eller sirkuleres til tanker som ikke samtidig leverer vann til forbruk.

Vedlikeholdshensyn tilsier at det bør være to bunkringsstasjoner på innretninger. Disse bør plasseres på hver sin side av innretningen, da dette vil øke sjansene for at man får bunkret selv under ugunstige værforhold etc. Bunkringsrørene bør utformes slik at det ikke blir stående vann i rørene etter at bunkringen er avsluttet. Både bunkringsstasjoner og slanger må merkes for å unngå at drikkevann forveksles med andre væsker, og bunkringsstasjonene for drikkevann og annet ferskvann bør være separate.

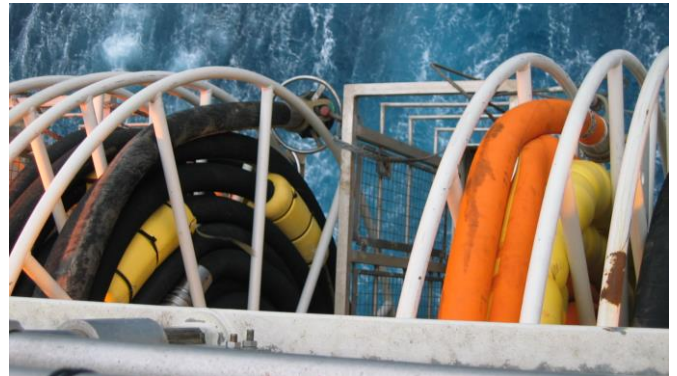
Bunkringslanger (1) er kveilet opp på en trommel, eller henger løst langs siden på innretningen. Enden som koples til forsyningsfartøyet er utsatt for forurensning fra sjøvann, fra prosesser om bord, og det er eksempler på at fuglelik er funnet i drikkevannsslanger. Det er derfor viktig at slangemunningene dekkes til med lokk (fig. 7.4). 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.



Figur 7.3: Eksempel på bunkringsanlegg med sirkulasjonssløyfe (Ill.: Karin Melsom)



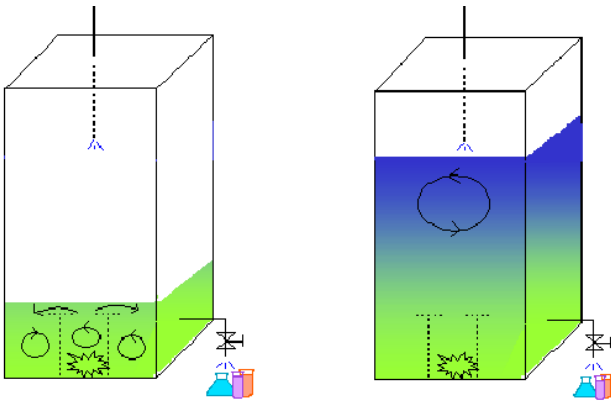
Figur 7.4: Bunkringsslange med godt festet endeplugg (Foto: Eyvind Andersen)



Figur 7.5: 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)

Bunkringsslanger er laget av organisk materiale som kan være ”mat” for mikrober. Mørke slanger varmes raskt opp av sollys, og da det alltid vil være fuktighet i slangene, gir dette gode vilkår for oppvekst av mikrober. Det er derfor viktig at slangene spyles rene før bunkring starter, og at slangene henges opp på en måte som bidrar til tømning av slangene etter bunkring (fig. 7.5). Da det er vanskelig å rengjøre slangene, bør de også skiftes ut med jevne mellomrom.

Bunkringsstasjonen bør ha et spylørør (2) samt avstengningsventil (3) 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 spylørøret og spyleventilen ha minst samme dimensjon som påfyllingsrøret. Spylørøret bør utformes slik at de som skal ta i mot vannet på innretningen, og de som jobber på forsyningsbåten, ikke får spylevannet over seg under spyling av slangene.



Figur 7.6: Helling av klor rett på tanken kan føre til manglende klorering i noen deler av tanken og overdosering i andre (Ill.: Bjørn Løfsgaard).

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. Videre blir det mindre kloreringsbiprodukter når man unngår å klorere det samme vannet flere ganger, se 4.1.2.

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 inn i tanken på en måte som bidrar til å øke vannsirkulasjonen i hele tankens volum (7), for eksempel ved å la det være stor avstand mellom innløp og utløp, samtidig med at innløpet vinkles i en retning som bidrar til å øke sirkuleringen av hele tankens vannvolum. Dette bidrar til å tilføre klor til alt vann som eventuelt er i tanken fra før, og letter resirkulering av tanken, dersom dette skulle bli nødvendig.



Figur 7.7: Displayet på vannmåleren vises til høyre, mens doseringspunktet for klor og klorslangen vises til venstre (Foto: Eyvind Andersen)

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. Prøvetakingskranene bør være lett tilgjengelige. Drift, vedlikehold, utforming m.v. av drikkevannstanker er nøyere beskrevet i kapittel 9.

En dedikert sirkulasjonspumpe (9) med stor pumpekapasitet muliggjør rask sirkulering av vann fra en av drikkevannstankene via kloreringsanlegget og tilbake til samme tank, uten at dette vannet samtidig ledes ut på ledningsnettet. Dette samtidig med at vannet i en av de andre drikkevannstankene kan forsyne innretningen med drikkevann. Dermed kan man etterdosere klor til vann som har fått for lite i forbindelse med bunkring. Har man ikke denne muligheten, vil vann som har fått for lite klor måtte dumpes og ny bunkring gjennomføres, og i mellomtiden kan man risikere å slippe opp for vann. Sirkuleringen bedres dersom tankens innløp og utløp er godt atskilt. Dreneringspunkter på lavnivå (10) gjør det mulig å drenere bunkrings- og resirkuleringsrør etter bunkring, og derved unngås stillestående vann.

7.2 Krav til desinfisering

Desinfisering skjer ved at klørsløsning tilsettes drikkevannet. Klorering omtales mer utførlig under 8.2. For at desinfiseringen skal bli vellykket, må klorene bli godt innblandet i hele vannmassen. 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 ikke gir tilstrekkelig innblanding av klorene (fig. 7.6). Vannet blir dermed ikke tilfredsstillende desinfisert. 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. Dette vil også bidra til å redusere mengdene kloreringsbiprodukter, se 4.1.2.

7.2.1 Mengdestyrt dosering

Dosering skjer automatisk ved at en vannmåler på bunkringslinjen styrer hastigheten på klørpumpen (fig. 7.7). Pumpen doserer et fast volum klørsløsning per kubikkmeter vann som bunkres. For at vannet skal få nok klor, må styrken på klørsløsningen tilpasses. Hvis man bunkrer til tom tank, vil man normalt kunne bruke samme styrke på klørsløsningen 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

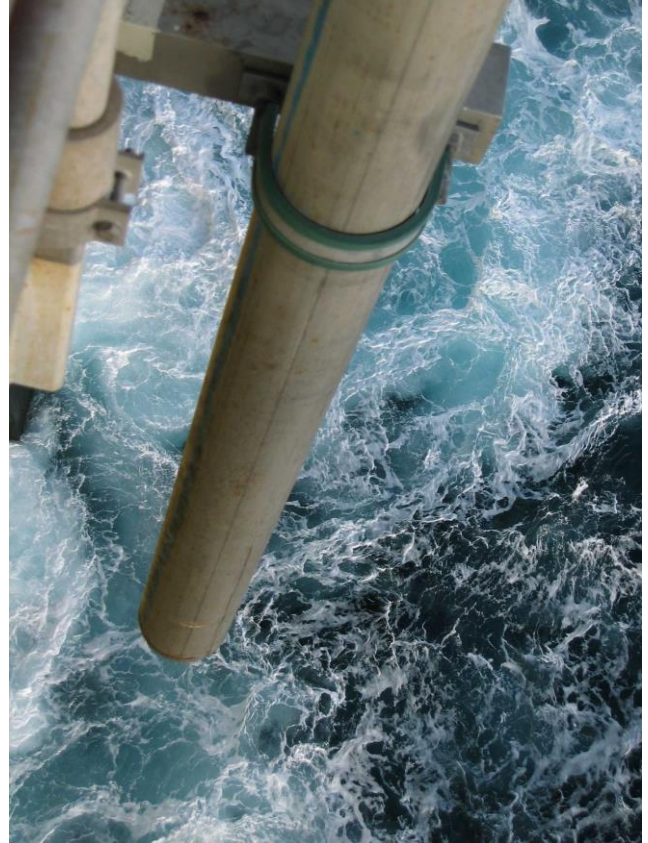
Her har man stor fleksibilitet med hensyn til klorstyrke. Hvis løsningen er konsentrert, settes hastigheten for klorpumpen lavt, og hvis den er for-tynnet, økes hastigheten. Det anbefales likevel å bruke svak klorløsning, da dette gir bedre utblanding av klore i vannstrømmen på grunn av større hastighet 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 bunkrer 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 under.



Figur 7.8: Tømming av tank. Drikkevannstanker bør tømmes så mye som mulig før de på nytt fylles. Dette gjelder for både forsyningskip og offshore-innretninger (Foto: Eyvind Andersen)



Figur 7.9: Når spylørøret er av samme dimensjon som bunkringsslangen får man spylt med fullt trykk (Foto: Eyvind Andersen)

7.3.1 Før bunkring

Før bunkring starter, må tilstrekkelig mengde klorløsning med riktig konsentrasjon lages, se beregningseksempler i vedlegg 11. 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, siden klore skal tilsettes jevnt under hele bunkringstiden.

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, kloreringsbi-produkter og annen forurensning av tanker og ledningsnett (fig. 7.8).

7.3.2 Under bunkring

Bunkringen starter med at bunkringslange og rør fram til avstengningsventilen blir spylt noen minutter ved fullt trykk (fig. 7.9). Det tas en prøve av vannets farge, lukt, smak, klarhet, konduktivitet og pH etter avsluttet spyling, se kvalitetskrav i 4.3.2. Da lukt, smak og klarhet vurderes skjønnsmessig, er det fornuftig å la to personer dele ansvaret for disse vurderingene. Vann som ikke er tilfredsstillende, skal ikke tas ombord (fig. 7.10). Dersom forsyningsbåten skal levere vann fra mer enn én tank, skal det tas vannprøver fra hver av tankene.

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 kloren 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 kloren 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 kloren 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.

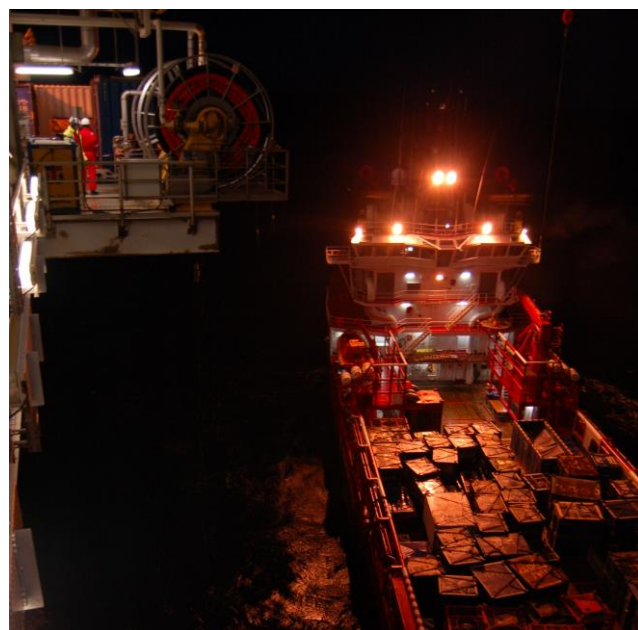
Dersom klorinnholdet blir for høyt, kan vannet fortynnes med vann fra andre lagertanker. Vannet kan også lagres noen døgn før det tas til forbruk. Klorinnholdet vil da bli redusert. Det er heller ikke noen helsemessige betenkeligheter ved å bruke vann med klorinnhold på helt opptil 5,0 mg/l, men da dette vannet vil lukte og smake av klor overholdes ikke drikkevannsforskriftens krav, og man bør prøve å unngå dette. Dersom vannet

likevel må tas i bruk, må mannskapet informeres på forhånd om disse forholdene, se vedlegg 12.

Det har vært flere tilfeller hvor forsyningsbåter bevisst eller ved en feil har levert vannprøve fra en tank med godt vann, før de har byttet til en tank med dårlig vann etterpå uten å opplyse om dette. Det er derfor fornuftig å ta en rask kontroll av vannet etter avsluttet bunkring, for å forhindre ytterligere forurensning av distribusjonsnettet. Vannets utseende vurderes visuelt (klart og uten farge?) og lukt, smak og konduktivitet analyseres.

7.4 Journalføring

I forbindelse med bunkring er det viktig å journalføre en rekke forhold. Ved neste bunkring kan man da 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.



Figur 7.10: Det er opplagt om natten, men også på dagtid må vurdering av lukt, smak og klarhet skje innendørs og i godt lys (Foto: Eyvind Andersen)

8. Vannbehandling

Både vann som bunkres og vann som produseres fra sjøvann, må behandles for å sikre at vannet tilfredsstillende kravene i drikkevannsforskriften, og ulike vannbehandlingsmetoder kan være aktuelle. I dette kapitlet omtales kun de mest sentrale. Alle tilsetningsstoffer til drikkevann, for eksempel klor, filtermasser etc. skal være godkjent, se 2.4.

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. Desinfeksjon av drikkevann på offshoreinnretninger gjøres ved klorering og 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. Folkehelseinstituttet anbefaler ikke lenger desinfeksjon med klor alene, da UV er mer effektivt mot noen mikrober, se 8.3. Klor har også sine fordeler både ved bruk i vanntanker og forsyningsnett, og ved at klorrest er lett å dokumentere.

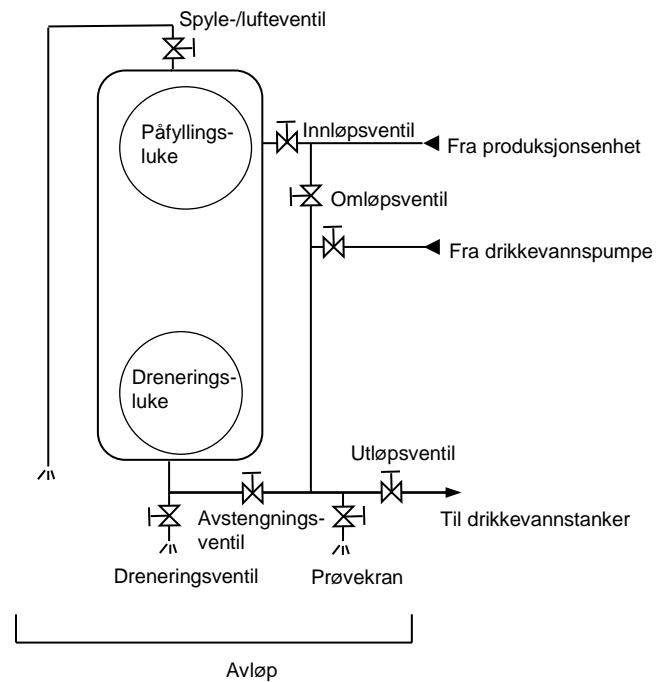
8.1 Korrosjonskontroll

Korrosjon i drikkevannssammenheng er at drikkevann tærer på metall i ledningsnett, behandlingenheter og armatur på grunn av forskjellige faktorer i omgivelsene. 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 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 å forebygge, og slike anlegg krever ikke bruk av filter.

8.1.1 Alkaliseringsfilter

Slike filtre går under flere navn, for eksempel smaksfilter, kalkfilter, marmorfilter, oppherdingsanlegg, rehardeningfilter etc. De kan bygges opp på forskjellige måter og inneholde ulike typer filtermaterialer, med varierende effekt. Anlegg med CO₂-dosering før et alkaliseringsfilter øker kalsium- og hydrogenkarbonatinnholdet (HCO₃⁻), og pH stabiliseres innen det gunstigste området.



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

Anlegg uten CO₂-dosering gir større svingninger i pH, både i forbindelse med produksjonen og utover i ledningsnett, og man kan havne utenfor det mest gunstige pH-intervallet. Videre kan pH-svingninger i seg selv bidra til økt korrosjon.

Teknisk utforming

Figur 8.1 viser et filter med innløp oppe og utløp nede. Slike filter må kunne spyles. På dette anlegget ledes spylevann fra nettet gjennom avstengningsventilen, opp gjennom filteret (løfter massen) og ut spyleavløpet. Da det er nødvendig med relativt høyt trykk ved tilbakespyling, er det ofte ikke tilstrekkelig å bruke vannstrømmen fra evaporatoren. Spylevann skal være av drikkevannskvalitet. Filteret må bygges med påfyllingsluke og dreneringsluke, og disse må være store nok til at det er lettvinnt adkomst for fylling, tømming og innvendig rengjøring.

Dolomittfilter (halvbrent dolomitt)

Filtre med halvbrent dolomitt er de mest kompakte, og brukes derfor ofte offshore. Vannet passerer filtermasse av halvbrent dolomitt, Ca(CO₃)MgO, og noe av massen løses i vannet. Dersom CO₂-gass doseres til vannet før filteret oppnås høyere hardhet og alkalitet, samtidig som pH-verdien stabiliseres rundt 8. Uten CO₂-gass kan denne filtermassen gi ekstremt høye pH-verdier (pH 11-12), og dette anbefales derfor ikke. Virknings-

graden av filtermassen avtar etter en tids bruk. Til å begynne med fås en rask utløsning av MgO, som gir vannet høy pH, mens eldet masse vesentlig består av CaCO₃, som er mindre vannløselig og dermed gir mindre effekt.

Kalksteinsfilter/marmorfilter

Knust kalkstein (CaCO₃, 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 CO₂-tilsetning, mens den med CO₂-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 sammenliknet med 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

Filteret må vedlikeholdes regelmessig for å sikre god vannkvalitet, og leverandøren bør spesifisere nødvendig vedlikehold. De fleste filtre trenger tilbakespyling for å unngå tilstopping og for å fjerne skitt, og må etterfylles slik at de alltid er minst 75 % fulle. 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 slikt materiale, før ny masse påfylles. Det har vært eksempler på at mikrober har etablert seg i filtermasse grunnet for dårlig vedlikehold, og ført til høye kimtall i systemet. Filteret må derfor tømmes, rengjøres og desinfiseres minst 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 kobber. 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 vanntemperatur. 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 kiseltsyre og metallsilikat i rørene, som skal virke korrosjonshindrende.

Vannglass omsettes vanligvis oppløst i vann, og skal være godkjent, se 2.4. Dosering gjøres normalt med mengdestyrt pumpe. Vannglass er enklere i bruk enn alkaliseringsfiltre, og man unngår også risikoen for mikrobiologisk oppvekst som filtre medfører. Doseringpunkt for vannglass bør tilknyttes etter UV-anlegg.

8.2 Desinfeksjon ved klorering

Klor er fremdeles det hyppigst brukte middel til desinfeksjon av drikkevann i verden. Klorering av drikkevann medfører normalt ingen helserisiko, se likevel 4.1.2. Offshore brukes klorformene kalsiumhypokloritt (Ca(OCl)₂) og natriumhypokloritt (NaOCl). Disse danner begge de samme aktive klorforbindelsene i vann, underklorsyrling (HOCl) og hypoklorittion (OCl⁻). En fellesbetegnelse for disse klorforbindelsene er "fritt klor". Fritt klor er ustabil, og reagerer med organisk materiale, eller reduseres til klorid. Innholdet av organisk materiale er normalt størst i bunkret vann, og man må derfor tilsette mer klor for å desinfisere slikt vann. Kloren kan også reagere med ammoniakk og bli til kloraminer, såkalt "bundet klor", som desinfiserer langsomt og lukter "svømmehall".



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

Klorens effekt er en funksjon av konsentrasjon* tid, og jo høyere konsentrasjonen av kloren er, dess kortere tid trenger man til å desinfisere. Klor angriper bakteriers cellevegg, og trenger så inn i cellene og ødelegger enzymsystemene. Virus inaktiveres både ved at proteinkappen angripes, slik at evnen til å angripe ødelegges, og ved at arvestoffet ødelegges. Da klor 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. Dette er tilstrekkelig selv med de lave klordoser som brukes til desinfeksjon i Norge.

Erfaringer har vist at det er vanskelig å få sikker påvisning av klor under 0,1 mg/l med de analysemetodene som benyttes offshore. For å få best effekt bør klor tilsettes så tidlig som mulig på bunkringslinjen. 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

Synlig farge skyldes ofte at vannet inneholder organisk materiale (humus), 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. Ofte er det tilstrekkelig å tilsette 1 gram klor per tonn (= 1 m³), noe som tilsvarer 1 mg klor per liter. 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.

I Norge er det, i motsetning til mange andre land, tradisjon for at vann ikke skal ha en utpreget klorsmak. Innholdet av fritt klor i vannet etter desinfisering skal derfor ikke overstige 0,5 mg/l. Et unntak her er ved desinfeksjon av ledningsnett, se 9.2.9. Generelt vil ubehag med lukt og smak av

klor tilta jo mer organisk stoff det er i vannet, da noen klororganiske/nitrogenholdige klorforbindelser gir lukt- og smaksproblemer.

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⁻) 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 ikke 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 %. 15 % natriumhypokloritt bør ikke oppbevares i mer enn 3 måneder etter produksjonsdato, men i kjøleskap aksepteres det at den oppbevares i inntil 6 måneder. Noen leverandører leverer natriumhypokloritt med lavere konsentrasjon, og denne vil kunne lagres lenger.

Klorløsningen kan tilsettes direkte uten å blande den ut med vann på forhånd, men dersom det er god kapasitet på doseringspumpen er det en fordel å tynne ut løsningen 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 øyner og tynn hud som er utsatt, så husk øyeskylleflaske. 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 klorgass, 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.



Figur 8.3: Mengdestyrt kloreringsanlegg, trygt plassert i et skap (Foto: Eyvind Andersen)

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

8.2.3 Kalsiumhypokloritt

Fordelen med kalsiumhypokloritt (Ca(OCl)_2) er at kjemikaliet har tilnærmet ubegrenset holdbarhet i pulverform, men oppløst i vann brytes kloren ned over tid på samme måte som natriumhypokloritt. Arbeidsmiljømessig gjelder de samme hensynene som for natriumhypokloritt, se 8.2.2, men kalsiumhypokloritt må lagres sikkert, da brann/eksplosjon kan oppstå om det blandes med enkelte andre stoffer. 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

Hovedutfordringen ved kloring er å sikre en jevn utblanding av kloren i hele vannmassen. Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift stiller i § 6.3 krav om fast montert klordoseringsanlegg på bunkringslinjen. Doseringspunktet bør plasseres så tidlig som mulig på bunkringslinjen for å oppnå god innblanding. Dersom klor brukes for å desinfisere egenprodusert vann, bør klor tilsettes

før alkaliseringsfilter, da klor virker best i surt miljø. Det skal også være mulig å tilsette og innblande mer klor etter avsluttet bunkring, og normalt gjøres dette via en sirkulasjonssløyfe.

Anlegget (fig. 8.3) bør utformes med korte rørstrekke og liten slangedimensjon fra klortank til bunkringsrør. Klorpumper og klortank må ha rett kapasitet i forhold til det klørløsningsvolum som skal brukes, og doseringsanlegget må tilpasses vannmengdene som leveres fra forsyningsfartøyene med høyest pumpekapasitet. Klortanken må være merket og 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 klorinnblanding får man dersom pumpehastigheten styres av en strømningsmåler som registrerer hastigheten på vannet som blir overført til lagertankene. 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.

8.2.5 Drift og vedlikehold

En fordel med klor som desinfeksjonsmetode, er at utstyret er enkelt. Utstyret kan likevel være utsatt for teknisk svikt, og spesielt sliter klor på pakninger. Man skal også være klar over at de tynne ledningene som fører klor kan komme i klem eller at luftbobler i doseringsutstyret kan blokkere kloren etc. Derfor bør anlegget kontrolleres og rengjøres regelmessig. Folkehelseinstituttet anbefaler at det gjøres minst hver tredje måned. 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 klørløsningen 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 fritt klor mangler 30 minutter etter avsluttet bunkring:

- Defektpumpe/klorledning i klem/luft i klorledning
- Tilsatt for lite klor
- 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.

8.3 Desinfeksjon ved UV-bestråling

UV-lys er en del solens spekter, og deles inn i UV-A, -B og -C. UV-lys er skadelig for hud og øyne. Mennesker utsettes for UV-stråler fra solen og fra menneskeskapt kilder som sveiseflammer og solarier. 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-C-dose i UV-anlegget. UV-dosen de får er en funksjon av lysintensitet og oppholdstid.

De fleste offshoreinnretninger anvender både klor og UV i sin vannbehandling. En fordel med UV sammenliknet med klor, er at UV virker mot mikrober som parasittene *Giardia* og *Cryptosporidium*.



Figur 8.4: Etter bunkring og 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)



Figur 8.5: UV-anlegg med to strålingskamre. Hvert kammer har kontrollskap (hvitt) og UV-sensor (midt på) som stenger en ventil (svart) ved lav stråledose (Foto: Eyvind Andersen)

8.3.1 Vannkvalitetens betydning

Farget og turbid (partikkelholdig) vann kan skape problemer ved UV-desinfisering, se 4.2.2, fordi intensiteten i kammeret går ned, slik at UV-dosen blir for lav. Farget vann kan likevel desinfiseres ved at det ledes langsommere gjennom UV-anlegget, da lang oppholdstid kompenserer for lavere intensitet.

Partikler i vannet vil også kunne "skjerme" mikrober. Dette kan skje dersom slam i bunnen av lagertankene suges inn i drikkevannsinntaket (fig. 8.4). Bunkring eller urolig vær kan også virvle opp slam i tankene. Det må sikres at vannet ikke inneholder for høye partikkelverdier (turbiditet over 1 FNU), og den vanligste måten å gjøre dette på er gjennom å ha partikkelfilter foran UV-anlegget. Kjemiske parametere som jern og mangan kan videre skitne til kvartsrørene og redusere UV-intensitet. Tilsvarende kan belegg av kalk fra alkaliseringsfilteret legge seg på kvartsglass. Regelmessig renhold er derfor viktig.

Det har vært eksempler på at problemer med lukt og smak har oppstått etter UV-bestråling på grunn av at et luktfritt stoff har blitt oksydert til et annet stoff som lukter. Dette har vært rapportert ved ulovlig bruk av løsemiddel ved tankmaling, hvor toluen har blitt omdannet til benzaldehyd.

8.3.2 Teknisk utforming, dimensjonering og Folkehelseinstituttets vurdering

UV-anlegget (fig. 8.5) skal være siste behandlingstrinn før vannet sendes ut på nett, og anlegget må være dimensjonert for maksimalt vannuttak og for den dårligste vannkvaliteten med hensyn til

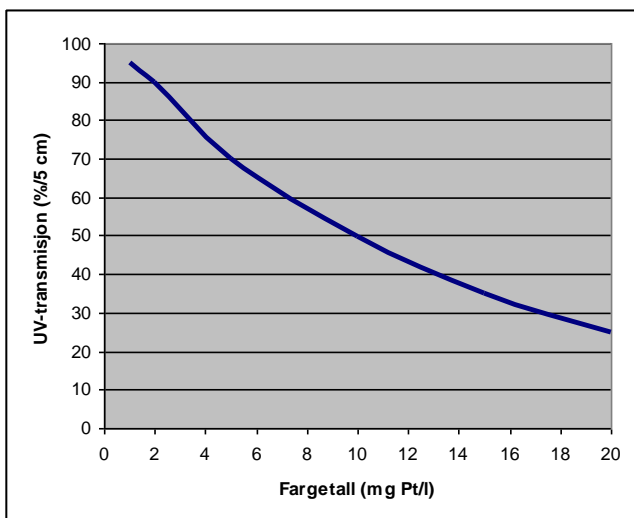
farge og turbiditet. Folkehelseinstituttet vurderer UV-anlegg, se 2.4.

Bruk kun biosimetrisk testede anlegg

Ved nybygg og ved utskiftning av gamle UV-anlegg skal man kun installere biosimetrisk testede UV-anlegg som gir stråledose på 40 mWs/cm². Offshore skal man bruke den beste tilgjengelige teknologien, og disse anleggene har langt bedre styrings- og kontrollsystemer enn anlegg godkjent etter gammel metode. I tillegg gir de barriereeffekt mot bakteriesporer (alternativt oppnås barriereeffekt mot sporer ved filtrering med pore-åpning mindre enn 100 nanometer). Lister over godkjente anlegg ligger på www.fhi.no/offshore. Anlegg som kun gir en stråledose på 30 mWs/cm² bør gradvis skiftes ut også på eldre innretninger.

Krav til redundans

For at man alltid skal ha tilgjengelig desinfisert vann, må UV-anlegg ha minst to parallelle UV-enheter. Med to enheter, må hver enhet kunne desinfisere 100 % av dimensjonerende vannmengde, mens ved tre enheter må hver enhet minimum dekke 50 %. Dermed kan vannforsyningen opprettholdes ved feil eller service på en av enhetene. Har UV-enhetene mindre enn 100 % kapasitet, må man fysisk begrense vannstrømmen gjennom hver enhet og dokumentere (fortrinnsvis med vannmåler) at den ikke overstiger kapasiteten; det å ha to 50 % UV-enheter i drift samtidig er ikke trygt med mindre vannstrømmen fordeles jevnt mellom de to enhetene.



Figur 8.6: Figuren viser hvordan gjennomsnittsverdier for UV-transmisjon synker når fargetallet stiger. Figuren er basert på vannkvalitetsdata fra en rekke norske vannkilder (Ill. Karin Melsom)

Dimensjoner for maksimalt vannforbruk

Maksimalt vannforbruk er langt høyere enn gjennomsnittsforkbruk, da forbruket er svært ujevnt fordelt over døgnet, og UV-anlegget skal takle det maksimale forbruket. Ved å vurdere vannbehovet godt på forhånd vil man unngå å måtte kjøpe UV-anlegg som er unødvendig store og kostbare. Dersom pumper og rørsystemer kan gi høyere vannhastighet enn UV-anlegget takler bør man sette inn strømningsbegrenser som forhindrer for høy hastighet gjennom UV-anlegget.

Turbid vann må forhindres

Turbiditeten på vann som skal UV-behandles må være under 1 FNU. Partikkelfilter skal installeres der høyere verdier kan opptre, og da problemer med turbiditet kan oppstå i forbindelse med bunkring, tankbytte, korrosjon, vil de fleste innretninger trenge partikkelfilter (maksimal porestørrelse 50 mikrometer) i systemet.

Dimensjoner for bunkret vann med høy farge

Alle innretninger må kunne bunkre vann, og dette vannet kan ha relativt høy farge. Ved fargetall 20 (drikkevannsforskriftens grense) viser undersøkelser av norsk vann at UV-transmisjonen (hvor mye av UV-bestrålingen som er igjen etter at strålene har passert vannet) kan falle til under 30 %/5 cm (fig. 8.6). Når man skal installere et UV-anlegg må man derfor passe på at anlegget har tilstrekkelig kapasitet også når UV-transmisjonen er 30 %/5 cm. På Folkehelseinstituttets liste over biosimetrisk testede UV-anlegg som gir stråledose på 40 mWs/cm², inneholder kolonne 2 kapasiteten de ulike anleggene har ved den laveste transmisjonen de er testet for. Mange av disse anleggene er ikke testet ved så lave transmisjonsverdier som er aktuelt for bunkret norsk vann.

Figur 8.6 viser gjennomsnittsverdier for norsk vann. I verste fall kan bunkret vann ha dårligere UV-transmisjon enn 30 %/5 cm, men dette kan man kompensere for ved å ta alle UV-aggregatene i bruk eller ved å bytte til nye UV-lamper når målinger på bunkringsstasjonen viser at det bunkrede vannet har fargetall nær opp til øvre grenseverdi.

Unngå overoppheting

Når man dimensjonerer anlegget for den dårligste aktuelle kvaliteten for bunkret vann, må man for egenprodusert vann bruke unødvendig mye energi, noe som også kan føre til uønsket temperatur-

heving på vannet. Dette problemet kan reduseres på flere måter. For eksempel vil effektstyring som begrenser UV-dosen også gi mindre varme. Slik effektstyring er vanlig ved mellomtrykks UV-anlegg, og blir også vanligere på lavtrykksanlegg.

For å unngå overoppheting og nedstengning av UV-anlegg, må man sørge for at leverandørens krav til minste vanngjennomstrømning overholdes. En anbefalt måte å oppnå dette på, er gjennom å bygge drikkevannsanlegget med kontinuerlig pumping og et returrør etter UV-anlegget. Når vannforbruket er lavt, åpner en trykkventil, og vannet ledes automatisk til samme tank som det ble levert fra, se figur 5.1.

Om lav- og mellomtrykkslamper

Begge typer lamper benyttes offshore. Lavtrykkslamper avgir mesteparten av strålingen i den delen av UV-spekteret som har størst effekt mot mikrober, mens mellomtrykkslampene stråler over et mye bredere spektrum. Mellomtrykkslamper har likevel en langt høyere effekt enn lavtrykkslamper, og er derfor mindre (grunnet mindre/færre rør i hvert UV-anlegg), og de er heller ikke avhengige av bestemte driftstemperaturer (de taper ikke effekt i kalde eller varme omgivelser; lavtrykksanlegg er mindre effektive når temperaturen er under 9°C eller over 45°C). Mellomtrykkslamper vil også oppnå full effekt langt raskere etter oppstart (typisk etter 60-90 sekunder, mens lavtrykkslamper ofte trenger minst 5 minutters oppvarming). Ulemper med mellomtrykkslamper er at de må byttes langt oftere, og for å forebygge dannelse av uønskede biprodukter, må mellomtrykkslamper omslutes av dopede kvartsglass som fjerner stråling med bølgelengde under 240 nanometer.



Figur 8.7: UV-anlegg med kraner som muliggjør vannprøver før og etter desinfeksjon (Foto: Eyvind Andersen)

I UV-anlegg hvor UV-dosen er høy kan det dannes bromat som et biprodukt dersom bestrålt bromidholdig vann inneholder klor. Bromatdannelse kan reduseres dersom anlegget utstyres med effektkontroll (som sparer strøm og forhindrer høye UV-doser når vannet er klart eller forbruket lite).

Nødvendig utstyr for drift og kontroll

Det skal være en UV-sensor i hvert kammer for å overvåke intensiteten. Det skal også være signallamper for hver UV-lampe som viser om alle UV-lampene lyser, en alarm som gir signal dersom et strålerør er gått eller dersom intensiteten er for lav, og en timeteller for hver enhet som viser hvor lenge strålerørene har vært innkoplet. Alarmen bør gå til bemannet kontrollrom.

Hver UV-enhet skal ha en ventil som stenger vannleveransen automatisk ved strømbrytning, ventilsvikt, svikt av enkeltstrålerør i UV-enheten eller dersom UV-sensoren viser at intensiteten i kammeret er for lav. For å sikre at nok desinfisert drikkevann alltid er tilgjengelig, bør UV-anlegget koples til nødstrøm.

Luftlommer i UV-enhetene reduserer anleggets effekt. Anlegg bør monteres slik at ikke slike blærer samler seg opp over tid, og utløp på høypunkt anbefales derfor. For feilsøking bør det være montert prøvetakingskraner like før og like etter UV-anlegget. Er kintall høye både før og etter UV-anlegget, viser dette at anlegget ikke fungerer (fig. 8.7).

8.3.3 Drift og vedlikehold

Ikke utsett øyne (eller hud) for UV-lys. Virkningen merkes som regel ikke før noen timer etter eksponering. Slike skader har flere ganger skjedd offshore. «Slør» rundt lyspunkter og «sandpapir» på øynene er milde reaksjoner når øynene har vært utsatt for UV-lys. Midlertidig blindhet eller vedvarende blindhet kan også oppstå.

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. Alle driftsbesøk journalføres, med opplysninger om avlesninger og utført arbeid.



Figur 8.8: UV-sensoren er her plassert oppå UV-kammeret (Foto: Eyvind Andersen)

Det skal alltid være tilgjengelig en instruks på norsk for drift av UV-anlegget. Instruksjonen angir drifts- og vedlikeholdsrutiner, blant annet beskrivelse av sensorkalibrering, skifting av UV-lamper og hvordan rengjøringen foretas. Leverandørens vedlikeholdsprosedyrer skal følges. Minimumsfrekvensen for oppfølging bør være som følger:

Intensitetsmåler

UV-intensitetsmåleren avleses minimum hver uke, daglig der det ikke er installert alarm. Intensitetsmåler og alarmgrense skal ikke justeres av andre enn leverandør/producent, eller av fagpersonell med kunnskap om kalibrering, og da i forståelse med leverandør/producent. Kalibrering bør normalt foretas årlig. For de biosimmetrisk testede UV-anleggene er det enkelt å kalibrere sensoren, da det i typegodkjenningen for disse kreves at de skal ha en standardisert utformet sensor som kan byttes ut med en referansesensor (fig.8.8).

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. Der lav intensitet skyldes pærene, må disse byttes. Dårlig vannkvalitet kan også forårsake lav intensitet, for eksempel etter bunkring eller i forbindelse med skifte av drikkevannstank.

Signallamper og timeteller

Signallamper for UV-lamper og timeteller sjekkes minimum ukentlig (fig. 8.9). UV-lampene skal skiftes før stråleeffekten er redusert med 20-40 % eller etter leverandørens anvisning. Strålerørene skal også byttes dersom timetelleren indikerer at strålerørens maksimale driftstid er nådd. Normal driftstid for lavtrykksrør er 7000-15000 timer og for mellomtrykksrør 1500-3000 timer. Der UV-enheten har flere strålerør, bør alle rørene byttes samtidig. Dette er nødvendig for å sikre at alle strålerørene 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.

Rengjøring

Bestrålingskammer (kvartsrør, sensorøye, reflektorer o.l.) må rengjøres minimum hvert kvartal, avhengig av vannkvalitet. Hvis anlegget er utstyrt med rengjøringsutstyr (børster, slepering av gummi eller liknende) må effektiviteten av disse sjekkes, og de må rengjøres minimum hvert halvår. Dersom vannet inneholder jern eller mangan, kan dette brenne fast på kvartsglassene. Som regel vil belegg kunne fjernes ved syrevask, men det hender at det må skrubbes bort for hånd.

Reservedeler

Innretningen skal ha reservedeler som er kritiske for anleggets funksjon, som strålerør, kvartsrør, pakninger, relé for strålerør, sikringer, tennsatser og pærer for indikatorlampe. Videre skal reserveutstyr for UV-intensitetsmåler og alarmfunksjon være tilgjengelig. I godkjenningens dokumentet beskrives slike krav nærmere.

NB: Typegodkjenningen er kun gyldig ved bruk av lampetype og kvartsglass med minst like god effekt som spesifisert i godkjenningens papirene. Dersom ny type UV-lampe eller kvartsglass skal erstatte de gamle, må effekten være dokumentert.



Figur 8.9: Kontrollpanel for UV-anlegg med åtte strålerør. Når rør 6 er defekt og varselpæren for rør 1 ikke virker, er ikke anlegget trygt å drive. Grunnen til at intensitetsmåleren fortsatt viser høy UV-intensitet kan være at vannet er svært klart eller at defekte rør ligger langt unna intensitets-sensorens målepunkt (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. Filtre må byttes ut eller regenereres før de blir mettet. Da metningshastigheten vil variere avhengig av hva som skal fjernes, vil ekstra vannprøver være nødvendig for å sikre betryggende drift. Behov for kullfiltre kan likevel reflektere dårlig drift eller uheldige tekniske løsninger, og slike problemer bør primært løses på andre måter. Kullfiltre har vist seg effektivt blant annet mot uønsket smak eller andre problemer

grunnet klor, kloreringsbiprodukter, alger og løsemidler fra belegg 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 forsyningsnett

Vann som bunkres eller produseres fra sjøvann lagres i drikkevannstanker og ledes til forbrukerne via forsyningsnettet.

9.1 Drikkevannstanker

Innretningen skal til enhver tid ha nok drikkevann på lager. Drikkevannstankene må driftes adskilt, da man ellers risikerer at alle tankene blir forurenset samtidig. Nødvendig antall lagertanker og lagret vannvolum avhenger av produksjonskapasitet og vannbehov. Dersom tankene har uheldig utforming, må man påregne økte vedlikeholdskostnader, i form av et hyppigere og mer tidkrevende vedlikehold. Uheldig utforming kan også føre til dårlig vannkvalitet. Varmtvannsberedere, hydrofortanker og dagtanker er andre typer drikkevannstanker som er vanlige offshore.

9.1.1 Lagerkapasitet

Eier/operatør skal kunne dokumentere at det alltid kan leveres nok hygienisk betryggende drikkevann. Det skal være tilgjengelig 200 liter drikkevann per person i døgnet, i tillegg kommer eventuelt teknisk vannforbruk. Hvor mye vann som skal være i lagertankene om bord, må avgjøres i hvert enkelt tilfelle, ut fra hvor sårbart drikkevannsanlegget er.

Drikkevannsanlegg uten egenproduksjon av 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 ved slike anlegg. Anlegg som også produserer vann er mindre sårbare, og sikkerheten for at vannproduksjonen 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 risikoen for vannmangel øker dersom nytt overflatebelegg må påføres. 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 anbefalt for forskjellige anleggstyper.

Drikkevannsanlegget bør av hygieniske årsaker driftes slik at vannets oppholdstid i tankene ikke overstiger 20 dager ved normal drift. Dette for å unngå mulige problemer med lukt og smak som kan skyldes drikkevannstankenes beskyttelsesbelegg eller som følge av at organisk materiale går i forråtnelse.

Tabell 9.1: Veiledende minimumsverdier for total lagerkapasitet, oppgitt i antall døgns forbruk. Det forutsettes at denne lagerkapasiteten er tilnærmet likt fordelt mellom tankene.

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



Figur 9.1: Ca 4 meter høy drikkevannstank i rustfritt stål, uten innvendige spant og avstivere. Slike tanker er lette å rengjøre, og man unngår problemer med påføring og vedlikehold av beskyttelsesbelegg (Foto: Bjørn Løfsgaard)

9.1.2 Utforming og lokalisering

Innretningsforskriftens §§ 5, 10 og 20 stiller en rekke generelle krav til utforming av innretninger, og våre følgende råd er basert på disse kravene.

Materialvalg

Dersom tankene lages av rustfritt stål eller annet materiale som ikke korroderer (fig. 9.1), vil man unngå de problemer som kan oppstå ved påføring av beskyttelsesbelegg, se 9.1.4.

Innvendig tankutforming

En drikkevannstank skal 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 belegg, se 9.1.4. Arbeidsmiljøhensyn tilsier at tankhøyde bør være minst 2 meter slik at vedlikehold kan gjennomføres oppreist i gode arbeidsstillinger, mens maksimalhøyde ikke bør overstige 4 meter, da man ellers må etablere innvendige strukturer for å sikre at vedlikehold kan gjennomføres effektivt (fig.9.2). Stillasbruk bør unngås, da dette er tidkrevende, medfører forurensningsrisiko og dessuten ofte fører til skader på beskyttelsesbelegg. For nybygg er kravet i Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 7.1 permanente adkomstplattformer for vedlikehold, minimum for hver 4. høydemeter.



Figur 9.2: Adkomstplattformer legger til rette for vedlikehold i tanker som er over 4 meter høye. Det er viktig å minimere innvendige strukturer i tanken for å lette sirkulasjon og vedlikehold. Tanken sirkuleres ved å ha innløp øverst i ene hjørnet av tanken mens utløpet er nederst i motsatt hjørne (Foto: Eyvind Andersen)

Beskyttelse mot forurensning

Tankene må sikres mot forurensning, og skal ikke ha felles vegg med tanker som inneholder olje, flytende kjemikalier m.v. Nybygg skal designes med kofferdammer eller andre rom som ikke medfører fare for forurensning på alle drikkevannstankenes sider bortsett fra de sidene som grenser til andre drikkevannstanker, jf. krav i Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 7.1. Rørgjennomføringer for andre produkter enn drikkevann aksepteres normalt ikke, og må eventuelt legges i åpen kanal. Dersom overløp fra drikkevannstanker ledes til andre tanker (teknisk forbruksvann etc.), må dette overløpet sikres mot forurensning, se 9.2.5.

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. Interlocksystemer, 3-veisventiler eller andre tekniske løsninger må sikre at vann ikke produseres, bunkres eller sirkuleres til alle tanker samtidig.

Innløp og utløp

For å oppnå god sirkulasjon, bør drikkevannstankens innløp både for bunkret vann og for returvann fra nettet plasseres langt unna tankens utløp. Av samme grunn bør bunkret vann strømme inn i tanken i en vinkel hvor man utnytter trykket til å øke sirkuleringen av hele tankens volum (fig. 5.1).



Figur 9.3: Luftør for drikkevannstanker må sikres tilstrekkelig. På bildet vises rør som er sikret med ball og netting i finmasket, korrosjonsbestandig materiale. Bildet er tatt på et nybygg, og luftørerne er ennå ikke merket (Foto: Eyvind Andersen)

Dette er med på å forhindre at det dannes ”lommer” med stillestående vann, og bedrer muligheten for klorinnblanding. 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.

Lufterør

Drikkevannstankenes luftør må munne ut i fri-luft eller i et rent område. Normalt er det tilstrekkelig med ett luftør per tank, men dersom tanken er inndelt i adskilte skott, må hvert skott luftes. Munningen må være beskyttet mot inntrenging av sjøvann, fugl og annet som kan forurense vannet (fig. 9.3). Den skal være tildekket med finmasket netting av et korrosjonsbestandig materiale.

Drenering

Det skal være tilfredsstillende dreneringsmulighet. Stivere skal ha utsparinger (hull) mot bunnplate slik at tankene lett lar seg drenere fullstendig. Gulvet bør være skrått eller utstyrt med pumpeump, slik at vannet lett ledes til dreneringspunktet. Dreneringsventil bør installeres i tankens laveste punkt (fig. 9.4). 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 forurensning.



Figur 9.4: Tankens sugerør (til venstre) er hevet litt fra tankens bunn, mens dreneringsrør nede i sumpen i midten gjør det lett å tømme tanken for vann og skittent vaskevann (Foto: Eyvind Andersen)

Vanntemperatur

Drikkevannstankene bør være lokalisert slik at de er best mulig beskyttet mot frost og oppvarming fra omgivelsene. Drikkevann bør ha temperatur lavere enn 20° C, og tankene bør lokaliseres på en slik måte at dette oppnås også om sommeren (ikke alltid mulig ved operasjon i varmere farvann, se 9.2.11).

Spylevann

Drikkevannstanker rengjøres ofte ved høytrykks-spyling, og dette vannet skal også være av drikkevannskvalitet.

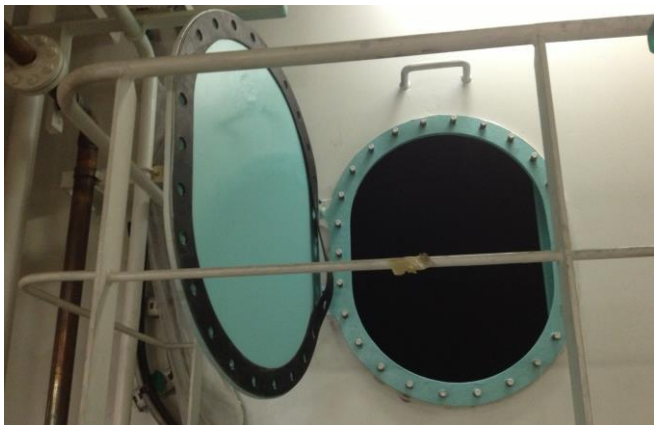
Vannprøvekran

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. Det bør legges til rette med sluk for å ta unna spylevann.

Atkomstmulighet

Tanken skal ha mannhull slik at rengjøring og annet arbeid kan utføres. Normalt er det fornuftig med to mannhull for å lette adkomst og bedre ventilering. Mannhull må ha pakning mellom lokk og tank, slik at ikke forurensninger kan trenge inn.

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 (fig. 9.5). 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.



Figur 9.5: Bildet viser et lett tilgjengelig mannhull for drikkevannstank (Foto: Eyvind Andersen)

Nivåmåling

Målesystemet bør være automatisk, hvor vannmengden i tankene avleses i kontrollrommet, og systemet gir vanligvis alarm dersom vannstanden blir for lav. Peilestav er av hygieniske årsaker ikke lenger en akseptabel metode (gamle peileåpninger bør sveises igjen), mens visuell nivåmåling fortsatt finnes på enkelte eldre innretninger.

Utforming av andre drikkevannstanker

Mindre drikkevannstanker som varmtvannsberedere, hydrofortanker, akkumuleringstanker og små dagtanker etc. må også ha tilstrekkelig adkomst for innvendig renhold og vedlikehold (fig 9.6). Det må også være mulig å ta slike tanker ut av drift uten at man samtidig må stenge vannforsyningen på innretningen. De må også designes på en måte som gjør at man unngår stillestående vann.

9.1.3 Drift og vedlikehold

Under drift vil slam av organisk materiale, rustpartikler etc. avleires på bunnen av tankene. Dette er godt vekstmedium for mikrober. På veggene vil det dannes en slimliknende film, hvor bakterier ernærer seg av organisk stoff som festes der. Tankene skal rengjøres og desinfiseres minst en gang årlig, og 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. Rengjør tankene for sjelden, vil begroingen bli vanskelig å fjerne. For øvrig skal tankene alltid desinfiseres etter arbeid i dem. Kravet til rengjøring og desinfeksjon gjelder også varmtvannsberedere, hydrofortanker og dagtanker. Anbefalte retningslinjer for rengjøring og desinfisering er beskrevet i vedlegg 13.



Figur 9.6: Også mindre tanker i drikkevannssystemet som trykktank, varmtvannsberedere og alkaliseringsfiltre må ha tilstrekkelig adkomstmulighet for innvendig vedlikehold. Tanken på bildet er laget av rustfritt stål, og den har gode mannhull (Foto: Eyvind Andersen)

Rengjøring og desinfisering må planlegges nøye. Lagerkapasiteten i øvrige drikkevannstanker bør være fullt utnyttet. Tanken som skal vedlikeholdes vil kunne være ute av drift i lengre tid dersom det er behov for nytt overflatebelegg. I planleggingen bør vannbehov, 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 dette tyder på at slam blir sugd opp i anlegget. Tankene skal ikke ha vesentlige korrosjonsskader. Man bør også sjekke at nivåmåleren og lufterørets netting og flottør er i orden. Resultatet av tilsynet journalføres.

9.1.4 Påføring av beskyttelsesbelegg

For å unngå problemer knyttet til beskyttelsesbelegg, må man sikre at de påføres på korrekt måte. Slurves det på dette området blir resultatet ofte at belegg må fjernes før tanken males på nytt. Vi anbefaler derfor at man sikrer følgende:



Figur 9.7: «Hvit rust» i drikkevannstank, som er utfelt sinkkarbonat. Tanken er malt med sinkholdig maling som kan brukes når pH er mellom 5,5 og 10. Ved høyere pH kan problemer med utfellinger, samt sinkholdig vann, oppstå. I dette tilfellet har pH-styringen vært for dårlig, da målt pH rundt 11 er langt utenfor drikkevannsforskriftens maksimalverdi på 9,5 (Foto: Tjarda den Dunnen)

Valg av produkt

Det skal dokumenteres at malinger og belegg benyttes i drikkevannstanker er egnet for formålet, se 9.2.6. Velg det produktet som leverandøren anbefaler brukt i drikkevannstanker. Mange beleggssystemer vil være uegnet for bruk offshore, da det vil være umulig å oppfylle herdevilkårene på grunn av lave temperaturer, kaldt stål og korte tidsfrister for arbeidet. Selv om et produkt generelt er egnet for drikkevannsførmål, må man sjekke at vilkårene for bruk er oppfylt (fig. 9.7).

Krav til dokumentasjon på korrekt påføring

Det skal dokumenteres at arbeidsmiljøhensyn er ivaretatt ved påføringen. Både ved valg av belegg og etter påføring skal det dokumenteres at leverandørens krav til forbehandling, påføring, herding og vasking er oppfylt, se § 7.3 og 4 i Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift.

Etter første gangs påføring av belegg, og etter full fornying av belegg bør arbeidet godkjennes av sertifisert kontrollør (FROSIO nivå III- eller NACE nivå 2-sertifisert). Før tanken tas i bruk må det verifiseres at belegget ikke forurenses drikkevannet. Etter at vann har stått lagret i tankene en normal lagringsperiode, analyseres hydrokarboner (grenseverdi 10 mikrogram/liter). Analysen må spesifiseres for de ulike komponenter som inngår (inkludert BTEX), da det ellers ikke er mulig å si hva som skyldes belegget og hva som skyldes andre forhold.



Figur 9.8: Manglende vasking av saltrester i sveiseskjøt før tanken ble malt har ført til korrosjonsgjennomslag (Foto: Bjørn Løfsgaard)

Forbehandling

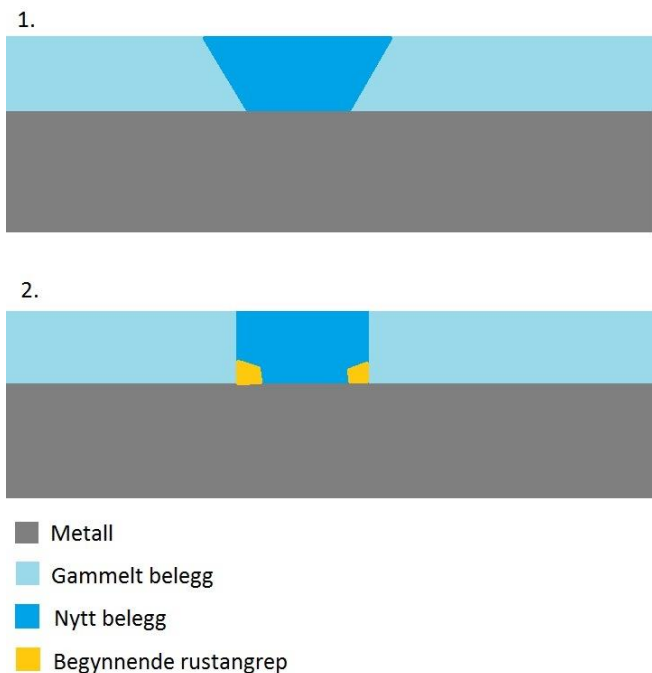
God forbehandling av underlaget er en forutsetning for at belegget skal sitte godt og for å unngå korrosjonsgjennomslag. Blåserensning med sand eller metall er en effektiv og normalt svært godt egnet metode for overflatebehandling som sikrer god heft for belegget. Skarpe kanter og røffe sveisesømmer må slipes ned. Alle rester av rust, salt (inkludert sveiserøyk), fett, olje og smuss må vaskes bort eller fjernes (fig. 9.8).

Påføring

Påføring med sprøyte er en god og effektiv metode, rund pensel brukes der man ikke kommer til med sprøyte, mens bruk av rull bør unngås, da rull gir tykke lag og fukter overflaten dårlig (poredannelse). Leverandøren oppgir krav til grunning, beleggtykkelse og antall lag som kreves for beleggsystemet. Bruk av tynnere som ikke er en del av det godkjente belegget er ikke akseptabelt. Bruk av sprøyte fører til tynnere beleggslag på kanter, avstivere, hjørner, sveiser, utsparinger etc. Slike steder må derfor stripemales ekstra med pensel. Ved stripemaling anbefales bruk av en annen (også godkjent) fargetone for å holde oversikt over hvor det er stripemalt.

Herding

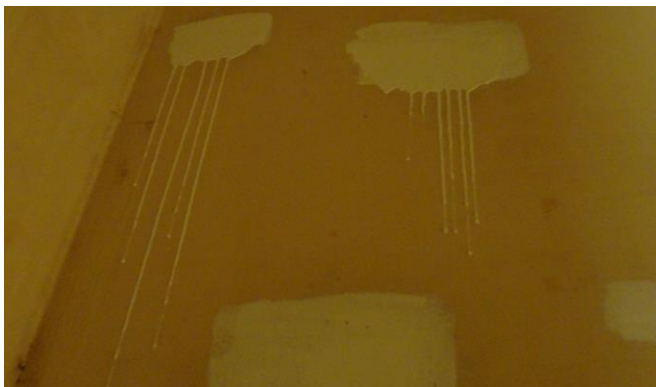
Mangelfull herding kan skyldes ulovlig tynnerbruk eller at leverandørens krav til herdetid, lufting, luftfuktighet og temperatur ikke er oppfylt. Tankenes plassering kan også gi opphav til herdeproblemer. Dersom tankene er værutsatte og/eller dårlig isolerte, vil yttersiden av tankveggen i kjølige perioder fortsatt være kald selv om det innvendig i tanken er herdetemperatur. Belegget innerst mot stålet blir da ikke herdet og flyktige stoffer kan i lang tid lekke ut i vannet. Etter at belegget er ferdig herdet, må det vaskes for å fjerne alle rester som kan påvirke vannkvaliteten.



Figur 9.9: Tverrsnitt 1 viser korrekt flekkmaling, hvor kant mellom nytt og gammelt belegg er pusset ned. Tverrsnitt 2 illustrerer begynnende korrosjon som følge av manglende pussing, og hvor «rette kanter» gjør at man ved påføring av belegg ikke kommer til alle steder inn mot stålet selv om man bruker pensel (Ill. Eyvind Andersen)

Flekkmaling og fornying av belegg

Ved årlig vedlikehold i drikkevannstanker bør alle punkter med rustgjennomslag flekkmales, og det bør videre vurderes om belegget fortsatt er glatt, hardt og lett å rengjøre. Ved flekkmaling fjernes først alle spor av rust, og kant mellom metall og gammelt belegg jevnes ut (fig. 9.9). Deretter vaskes hele flaten grundig. Mekanisk stålbørsting eller sliping med fiberskiver sikrer effektiv rustfjerning samtidig som belegg hefter bedre til slik overflate.



Figur 9.10: Feil utført flekkmaling. Man har brukt rull i stedet for rund pensel og belegget er «klist utover» i tykke lag (Foto: Bjørn Løfsgaard)



Figur 9.11: Feil påføring av belegg har ført til korrosjon og flere runder med flekkmaling. Belegget er påført for tykt, ved feil temperatur og med feil metoder noe som gir økt risiko for oppvekst av mikrober og for at det skal oppstå problemer med lukt og smak etter maling (Foto: Eyvind Andersen)

Flekkmaling må utføres slik at den får minst mulig overflate (maling må ikke «klines» utover). Rund pensel bør anvendes for å få belegget til å sitte godt. Rull må ikke benyttes ved påføring, da denne påføringsmetoden er uegnet for flekkmaling (fig. 9.10). Belegg må herdes og vaskes i tråd med leverandørens instruksjoner. Har man flere steder med punktkorrosjon i nærheten av hverandre, slipes og vaskes hele området før man flekkmaler.

Ved omfattende rustangrep hvor mer enn 3 % av overflatebelegget har rustgjennomslag og rusten er spredt (er ikke lokalisert noen få steder i tanken), bør belegget totalfornyes. Fornyng bør også skje dersom belegget ikke lenger er så glatt og hardt, at det er enkelt å rengjøre (dårlig belegg kan gi grobunn for biofilm, samt føre til problemer med lukt og smak). Selv korrekt påført belegg vil normalt måtte fornyes ca hvert 15. år, med mindre man kan dokumentere at eksisterende belegg fortsatt er av god kvalitet. I så tilfelle må man fastsette dato i vedlikeholdssystemet for når neste kvalitetsvurdering av belegget skal skje.

Lukt- og smaksproblemer etter påføring av beskyttelsesbelegg

Lukt og smak på drikkevannet etter påføring av belegg i drikkevannstanker er dessverre ikke uvanlig offshore (fig.9.11). Noen av stoffene som gir lukt og smak kan, om konsentrasjonene er høye nok, være helsebetenkelige, og man skal ikke drikke vann som har uvant lukt og smak, se 4.2.1 og 4.3. Som regel er årsaken til problemene feil påføring, ulovlig bruk av tynnere, mangelfull vasking og/eller mangelfull herding av belegget. Videre kan dårlig utforming av drikkevannstanker

øke risikoen for at problemer oppstår, se 9.1.2 om utformingsråd. Filtrering gjennom aktivert kull har vist seg som et effektivt tiltak for å fjerne forurensninger med opphav i belegget, se 8.4.

9.2 Vannforsyningsnett

Ledningsnettet forsyner vann til boligkvarter, bysse etc., og består av rør, pumper, varmtvannsbe-
reder, ventiler og annet utstyr. Dårlig systemde-
sign, feil materialkvalitet, krysskoplinger eller
driftsfeil kan føre til dårlig vannkvalitet. Detaljerte
råd for systemdesign er gitt i NS-EN 806.

9.2.1 Generelle designråd

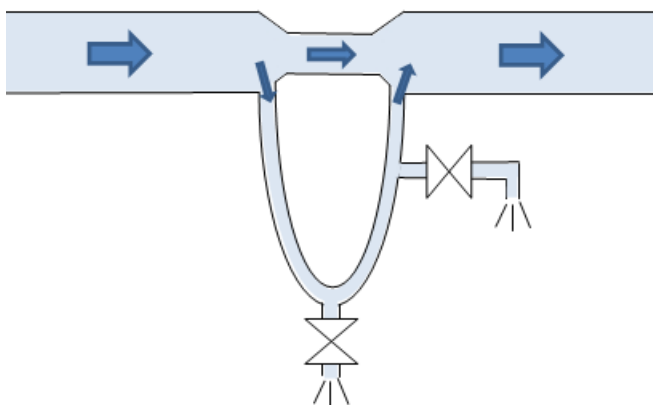
Følgende tiltak vil bidra til å opprettholde god
vannkvalitet gjennom hele ledningsnettet:

Velg materialer av god kvalitet

Når systemet planlegges eller endres er må man
nøyte vurdere kvaliteten på de materialene man
skal bruke, se 9.2.6.

Hold varmtvannet varmt og kaldtvannet kaldt

For å unngå oppvekst av uønskede mikrober som
Legionella og *Pseudomonas*, bør kaldtvannet
holdes under 20 ° C og varmtvannet over 60 ° C
(etter ett minutt spyling). Hvis det ikke er mulig å
holde kaldtvannet under 20 ° C, er det nødvendig
med vannbehandlingstiltak og spyling, se 9.2.11.
For øvrig bør kaldtvannet være så kaldt som mulig
da kaldt vann smaker bedre enn lunkent. Rett bruk
av rørisolasjon er viktig både for varmt og kaldt
vann, se 9.2.8.



Figur 9.12: På grunn av en innsnevring i hoved-
røret blir en delstrøm presset ut i siderøret før den
vender tilbake til hovedrøret. En slik løsning for-
hindrer stillestående vann i rørstrekk som sjelden
er i bruk (Ill.: Karin Melsom).



Figur 9.13: Denne dusjen er ikke i bruk, og blir i
stedet brukt som lagerplass. Vannet i slike rør
holder romtemperatur og vil kunne bli et opp-
vekststed for blant annet *Legionella* og deretter
pode resten av drikkevannssystemet med forurens-
ning. Rørstrekk som ikke er i bruk bør fjernes fra
drikkevannssystemet, alternativt må de spyles
ukentlig (Foto: Eyvind Andersen)

Varmtvannsrør bør ikke plasseres under kaldt-
vannet, da de kan bidra til å heve kaldtvannstem-
peraturen. Det er en fordel å plassere kaldtvannet i
separat kanal fra varmtvann og andre varmekilder.

Unngå stillestående vann

Hold vannet i hovedledningene i bevegelse ved å
plassere tappepunkter med høyt forbruk sist på
hvert rørstrekk. Tappepunkter, utstyr og rør må
brukes eller spyles ukentlig. Spyling er ikke nød-
vendig der vannet alltid sirkulerer helt fram til
kraner, toaletter etc., og hvor mengden vann som
ikke sirkulerer er minimal (fig. 4.8). En strøm-
ningsfordeler som utnytter venturieffekten som
oppstår når rør snevres inn er en teknisk løsning
som bidrar til sirkulasjon i alle rør, (fig. 9.12).

Blindrør og rør med stillestående vann bør unn-
gå, da slike rør holder romtemperatur (fig.9.13).
Bakterier i blindrør kan unngå å bli behandlet ved
den årlige desinfeksjonen av ledningsnettet, og vil
kunne spres etter at desinfiseringen er avsluttet.
Enderør lengre enn 10 ganger rørdiameteren
regnes i denne sammenheng som "blinde", og bør
derfor fjernes (fig. 9.14). Lange rørstrekk som
forsyner små enheter som kaffetraktere etc. bør
unngås, da vannet kan inneholde mye kobber eller
andre utlekkingsprodukter fra ledningsnettet.



Figur 9.14: Prøvepunktøret er feildesignet da prøverøret er unødvendig langt og alt for grovt. Uttak på rørets underside er i tillegg uheldig da dette kan føre til oppvekst av biofilm grunnet smuss og partikler som ansamles, og vannprøvene blir derfor ikke representative (Foto: Eyvind Andersen)

Unngå krysskopling

Den beste løsningen er å holde drikkevannet helt adskilt fra andre systemer som teknisk vann, drillvann, brannvann etc. Der andre systemer, slange-stasjoner etc. er koplet på drikkevannsnettet, må disse tilkoplingene være beskyttet mot tilbakeslag/-sug i tråd med NS-EN 1717, se 9.2.5.

Bruk så liten rørdiameter som mulig

Dersom man bruker for store rør, vil mesteparten av vannet strømme midt i røret (laminær strøm), og dette gjør det lettere for biofilm å etablere seg på rørveggen. Mindre rørdiameter øker vannhastigheten, og den turbulente vannstrømmen reduserer potensialet for oppvekst vesentlig (fig. 9.15).

Høy vannhastighet vil imidlertid også kunne skape noen problemer. Høy vannhastighet kan føre til støy. For kobberrør vil dessuten vannhastighet opp mot 1 m/s i sirkulasjonsrør og over 2,5 m/s i andre rør kunne føre til korrosjon. For å balansere hensyn til begroing, korrosjon og støy, er kravet i Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift § 10.2 og 3 for nybygg en maksimalhastighet i sirkulasjonsrør på 0,7 m/s, mens det for rør uten sirkulasjon kreves dimensjonering i henhold til NS-EN 806-3.



Figur 9.15: På grunn av lavere (og laminær) vannstrøm i det grove røret enn det lille røret som forsyner øyespylestasjonen, vil biofilm lettere vokse i det grove røret (Foto: Eyvind Andersen)

Forhindring av biofilm

Vekst av biofilm kan i stor grad forhindres ved:

- å holde vannet i bevegelse fram til alle tappepunkter
- kontinuerlig dosering av kjemikalier
- jevnlig rutiner for desinfisering av ledningsnettet (minimum årlig, selv for systemer der kimtall er lave og ledningsnett er av god kvalitet)

Merking, nummerering og fargekoding

Merking og nummerering av utstyr og ventiler, og merking og fargekoding av ledningsnett bidrar til å forhindre forurensning som følge av feilhandlinger. I godt merkede anlegg er det også lettere å finne fram i systemet når problemer har oppstått, og det er nødvendig å finne feilkilden raskt.

Legg til rette for vedlikehold

Det er viktig at man har god adkomst til vedlikehold av alt utstyr. Varmtvannsberedere, trykktanker og alkaliseringsfiltre må ha store inspeksjonsluker. Det må være lett å komme til ventiler som brukes ofte eller som må sjekkes regelmessig. Behov for avløp bør vurderes.

Unngå unødvendig vedlikehold

Ha færrest mulig barrierer mot forurensning (må funksjonstestes jevnlig, se 9.2.5). Samme barriere kan dekke flere tilkoplinger nedstrøms.

Ha færrest mulig rør med stillestående vann som må spyles ukentlig. Unngå å lage slike tappepunkter som ikke er strengt nødvendige. Rørstrekk som utelukkende forsyner tappepunkter som ikke sprer aerosoler trenger ikke spyles dersom de koples til nedstrøms en BA-ventil, se 9.2.7.

9.2.2 Trykksetting

Pumper eller trykktanker holder systemet kontinuerlig trykksatt. Normalt er det maksimale statiske trykket i distribusjonsnettet 5 bar (jf. NS-EN806-3), og mange kraner og annet utstyr er dimensjonert for dette som maksimalt trykk. Siden det alltid er trykkvariasjoner i systemet, vil det være nyttig å ha et lite trykkutjevningsskammer selv der man ikke har trykktank.

Pumper

Oftest har man to pumper, hvorav én er i drift og én i beredskap. I slike tilfeller bør man ukentlig veksle mellom hvilken pumpe som er i drift, og

pumpedrift styres fortrinnsvis fra kontrollrommet. Et returrør som leder en returstrøm tilbake til tanken som er i drift bør installeres. Dette forhindrer at pumpen går varm i perioder med lite vannforbruk. Returrøret bør tilkoples etter UV-anlegget, da dette vil gi ekstra desinfeksjon og gi tilstrekkelig minimumsgjennomstrømning for UV-anlegget. Pumpene bør ikke ha unødvendig stor kapasitet, da de kan bidra til vanntemperaturøkning, se 4.2.5. Pumpenes energiforbruk kan reduseres ved systemer som reduserer vannmengden i perioder med lite forbruk, og dette minimerer også eventuell temperaturøkning.

Hydroforsystem eller dagtanker

Et hydroforsystem består av en pumpe og en trykktank med trykkluft. Pumpen styres av vanntrykket. For nye offshoreinnretninger anses bruk av hydroforsystemer som en dårligere løsning enn pumper, da slike tanker ofte er vanskelige å rengjøre og kan medføre økt risiko for mikrobevekst. Trykkluft kan også være forurenset og må filtreres dersom den kan inneholde slike forurensninger. En membrantank kan være en alternativ løsning for å forhindre forurensning.

Noen steder distribueres vannet fra høytliggende dagtanker ved selvføll. Det stilles de samme krav til bygging og drift av dagtanker som til andre drikkevannstanker. Der man bare har én dagtank må denne utstyres med omløp slik at vedlikehold kan skje uten avbrudd i vannforsyningen. Hydroforsystemer og dagtanker er energibesparende, da drikkevannspumpene ikke må være i kontinuerlig drift. Siden slike tanker har lite volum, og stadig fylles med nytt vann som kan inneholde næringsstoffer, kan det hende at de må rengjøres oftere sammenliknet med større tanker.

9.2.3 Kaldtvannsnnett

Vi anbefaler at systemet utformes slik at vannet strømmer hurtig gjennom å (se også 9.2.1):

- bruke så liten rørdiameter som mulig. For hvert rørstrekk må man beregne nødvendig rørdiameter (man trenger for eksempel ikke å dimensjonere for at man i lugarene skal bruke dusj, toalett og vask samtidig).
- ha tappepunkter med høyt vannforbruk i slutten av rørstrekk (f.eks. bysse, vaskeri etc.). Alternativt kan man bruke automatiske spyleventiler på lite brukte rørstrekk.

- minimere rørlengde fra hovedrøret (med strøm) til tappepunktene (hvor vannet står stille når de ikke er i bruk).

For innretninger som opererer i kalde strøk (sjøvannstemperatur under 20°C), vil det normalt være mulig å oppnå kaldtvannstemperatur under 20°C (etter ett minutt spyling) uten å ha et sirkulasjonssystem med kjøling. Tappepunkter som inneholder stillestående vann bør spyles ukentlig (manuelt eller automatisk). For rør der kaldtvannstemperaturen er over 25°C, anbefales daglig spyling av nederlandske myndigheter. Rør utendørs må beskyttes mot frost og varme, og bør ikke eksponeres for sol. Spesielle råd for innretninger som opererer i varme strøk finnes i avsnitt 9.2.11.

9.2.4 Varmtvannsnnett

Varmtvann skal også være av drikkevannskvalitet. Berederen må derfor tilknyttes nedstrøms UV-anlegget. Tilbakestrømning fra varmtvannet til kaldtvannet må forebygges, se 9.2.5. Det er viktig at varmtvannsrørene isoleres og plasseres på en måte som gjør at de ikke bidrar til oppvarming av kaldtvannsrørene. Ved å velge fornuftig rørdiameter gjennom hele systemet, se 9.2.3, får man både god driftsøkonomi og god vannkvalitet.

For å holde høy nok temperatur i hele ledningsnettet, anbefales et varmtvannssystem med sirkulasjon. Dette systemet må balanseres slik at hver seksjon (etasje) i sirkulasjonssystemet holder rett temperatur, og systemet krever derfor reguleringsventiler i hver seksjon. Slike ventiler plasseres (etter siste forbruker i hver seksjon) rett før tilkoplingen til hovedreturrøret.

Vanntemperaturen skal holdes over 60°C i hele sirkulasjonsnettet (målt henholdsvis ved utløp fra bereder, ved retur til bereder og i hver sirkulerende gren av systemet, fortrinnsvis mellom 30 og 50 cm før tilkoplingen til hovedreturrøret). Det er akseptabelt om vanntemperaturen i korte perioder under store forbruksetopper faller under 60°C, så lenge den ellers er over 60°C. Temperaturen i kraner og andre deler av systemet som ikke sirkulerer skal nå 60°C innen ett minutt spyling.

Siden varmt vann utvider seg, må systemet ha ekspansjonskar for å unngå skade på ledningsnett eller at berederens trykkventil utløses når mye vann skal varmes opp mens forbruket er lavt.

Ekspansjonskaret har membran og skal tømmes fullstendig når det er forbruk av varmtvann (skal ikke inneholde stagnant vann). Anbefalt størrelse er 5,6 % av berederens volum.

Vannet varmes normalt opp med elektrisitet, men noen steder bruker man overskuddsvarme fra kjølevann eller damp i en varmeveksler. Kjemikalier som tilsettes i slike varmemedier skal være sertifisert/godkjent, se 2.4.

Metaller korroderer fortere i varmtvann, og følgelig bør man bare bruke kaldtvann *som ingrediens* ved matlaging og tillaging av varm drikke. Varmtvannsnettet må også beskyttes mot forurensning, se 9.2.5.

Bakterier som Legionella vil kunne vokse i røret nettet dersom temperaturen i varmtvannssystemet er lav. Ved å holde temperaturen over 60°C (etter ett minutt spyling) minimeres infeksjonsrisikoen, se 9.2.7. Dersom varmtvannsrørene er godt isolert, skal det være mulig å oppnå tilstrekkelig temperatur i ledningsnettet selv der temperaturen i berederen er 65°C. Dette sparer energi, risikoen for skålding reduseres og man får mindre utfelling av mineraler i rørene ved hardt vann.

9.2.5 Beskyttelse mot forurensning

Drikkevannsnettet må beskyttes mot forurensning ved tilbakestrømning fra tilknyttede systemer. Alternativer metoder er beskrevet i standard NS-EN 1717. Det må gjøres en risiko- og sårbarhetsanalyse for drikkevannsnettet hvor potensielle forurensningskilder vurderes, og ut fra denne velger man tekniske barrierer, se tabell 9.2. For offshore-innretninger vil bevegelse forårsaket av sjø øke risikoen for tilbakestrømning.

Det anbefales å samle flest mulig potensielt forurensende tilkoplinger på samme avgreining fra drikkevannsnettet. En felles beskyttelsesmodul kan da benyttes mot forurensning fra flere forurensningskilder, og man reduserer antallet barrierer som må vedlikeholdes. Skal en slik fellesbarriere benyttes, må den være tilstrekkelig sikker for alle tilkoplinger nedstrøms barrieren.

Tabell 9.2: Anbefalte tekniske barrierer som beskytter drikkevann mot forurensning, se NS-EN1717

Beskyttelsesmodul*	Beskyttelse mot
AA - Uinnskrenket luftgap	Sykdomsfremkallende mikrober og all annen forurensning
BA – Tilbakestrømningsbeskyttelse med kontrollerbar trykksone	Giftige, radioaktive, mutagene eller kreftfremkallende stoffer
EA – Kontrollerbar tilbakeslagsventil	Vann som ikke utgjør noen helsefare, men som kan ha endret smak, lukt, farge eller temperatur.

* Tabellen omfatter moduler som er spesielt aktuelle for bruk offshore. NS-EN1717 inneholder i tillegg en rekke andre typer beskyttelsesmoduler som vil kunne anvendes. Tilbakeslagsventiler uten testmulighet tillates kun brukt i private hjem.

Best beskyttelse av drikkevannet får man ved å holde drikkevannet fysisk adskilt fra forurensningskilder. Dette oppnås ved å ha separat teknisk vannforsyning eller ved å ha uinnskrenket luftgap ("brutt forbindelse") mellom drikkevannet og tekniske tilknytninger (fig. 9.16). Luftgapet må være minst 20 millimeter og minst 2 ganger rørdiameteren (målt fra kranens underside til høyeste mulige væsknivå). En slik tilknytning er på nivå "AA" i standarden, og kan brukes mot alle typer forurensning, også slike som kan inneholde smittsomme mikrober.

Nedstrøms et luftgap mister vannet trykk, men det finnes tekniske løsninger for luftgap på markedet som har innebygd pumpe nedstrøms. Dersom slike løsninger vurderes som for dyre, kan man vurdere andre typer tekniske barrierer mot tilbakestrømning. Der man bruker slike barrierer, må utstyret åpnes og rengjøres før det funksjonstestes, anbefalt vedlikeholdsfrekvens er minst én gang årlig. Valg av barriere vil avhenge av den risiko en tilknytning medfører, og dersom sannsynlighet og/eller konsekvenser blir store, må beskyttelsestiltak stå i forhold.



Figur 9.16: Uinnskrenket luftgap av type «AA» er den beste formen for beskyttelse mot forurensning fra andre systemer som forsynes med drikkevann. Her skjer vanntilførsel til matavfallskvern via rør til høyre over vasken (Foto: Eyvind Andersen)

Standardens nest øverste nivå "BA" oppnår man ved å bruke kontrollerbart avbrudd. Modulen består av to tilbakeslagsventiler som er separert av et dreneringskammer, se figur 9.17. En "BA"-ventil suger luft i perioder med eventuelt tilbakesug, og åpner et dreneringskammer dersom presset fra nedstrøms innretninger blir for stort. Før ventilen bør man ha et partikkelfilter, og stoppventiler før og etter må til for at ventilen skal kunne testes.



Figur 9.17: Der andre væskesystemer må forsynes med drikkevann med trykk, gir en ventil av type "BA" best beskyttelse. Legg merke til de tre testportene på ventilens topp. En slik ventil må utstyres med forfilter og stoppventiler som muliggjør testing, og bør plasseres over et sluk da den dreneres automatisk (Foto: Eyvind Andersen)

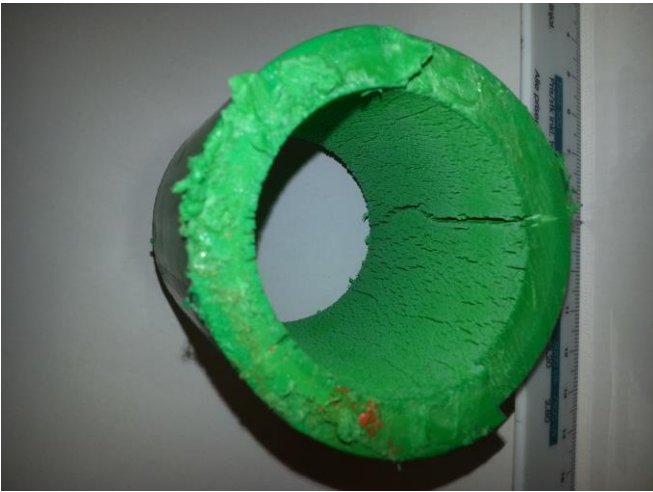


Figur 9.18: Kontrollerbar tilbakeslagsventil med integrert stoppventil. Testporten er mellom tilbakeslags- og stoppventilen (Foto: Eyvind Andersen)

Kontrollerbare tilbakeslagsventiler (nivå "EA") er det laveste sikkerhetsnivået som bør benyttes offshore (fig. 9.18). "EA" gir tilstrekkelig beskyttelse mot vann som ikke inneholder farlige substanser, men som kan ha endret lukt, smak, farge eller temperatur. En stoppventil må installeres før EA-ventilen for at testing skal kunne utføres. Etter en nøye vurdering, kan slike ventiler også benyttes på slangestasjoner i boligkvarter og på rør som forsyner vaskemaskiner etc. (slike forbindelser skal i tillegg være sikret ved å ha tilknytningspunkt over apparatets væsknivå). Dusjer der det er fysisk mulig at slangen kan havne i toalettet bør sikres på samme måte. I bysser og andre steder hvor en ettgreps dusj er koplet til et blande-batteri, må både kaldt- og varmtvannsnettet sikres mot tilbakeslag, da det ellers vil være direkte forbindelse mellom kaldt- og varmtvannsnettet når blande-batteriet er åpent og dusjen stengt (fig. 9.19).



Figur 9.19: Ettgreps slangestasjon hvor det er lekkasje mellom varmt og kaldt vann når blande-batteriet står åpent mens slangen ikke er i bruk. Et skilt er **ikke** tilstrekkelig beskyttelse mot slik lekkasje (Foto: Eyvind Andersen)



Figur 9.20: Varmtvannsrør som har blitt ødelagt som følge av manglende ekspansjonskar og en kombinasjon av høyt trykk og høy temperatur i varmtvannsnettet. (Foto: Johan Ljungqvist)

9.2.6 Materialer

Både på nybygg og ved reparasjoner er det viktig at man velger rør som tåler den vannkvaliteten man har med hensyn til temperatur, trykk, korrosivitet og klorinnhold (fig. 9.20). Dette kan høres innlysende ut, men flere offshoreinnretninger har opplevd store korrosjonsproblemer og høye kostnader til utskifting av rør som følge av feil materialvalg.

Materialer som kommer i kontakt med drikkevann skal ikke avgi stoffer til vannet i slike mengder at det blir uegnet som drikkevann. Det er eiers ansvar å sikre at materialkvaliteten er tilstrekkelig god, og normalt vil materialer med europeisk godkjennelse som DVGW, KIWA, WRAS, etc. ha tilstrekkelig kvalitet.

De vanligste rørmaterialene offshore er kobber i boligkvarteret og rustfritt stål ellers, men plastrør blir stadig mer vanlig. Metallrør kan være utsatt for korrosjon, men er generelt enkle å bearbeide og tåler godt trykkstøt. Titan og syrefast stål tåler svært godt korrosivt miljø, og er derfor godt egnet til bruk før produsert vann er alkalisert. Plastrør korroderer ikke, men slike rør har begrenset mekanisk styrke og kan inneholde uønskede stoffer og kan også gi opphav til biofilm. For alle materialer må man sjekke produsentens bruksbegrensninger og vurdere behov for trykkavlastning, maksimal temperatur, maksimalt klorinnhold, maksimalt trykk (vil være forskjellig i ulike etasjer), maksimal vannhastighet etc.



Figur 9.21: Legionella kan forebygges ved å holde kaldt vann kaldt og varmt vann varmt (Foto: Eyvind Andersen)

9.2.7 Legionellaforebygging

Oppvekst av *Legionella* forekommer normalt i vannsystemer som har temperatur mellom 20 og 50°C, og hvor rutiner for drift og desinfeksjon er mangelfulle, se 9.2.9. *Legionella* smitter ved at man puster inn aerosoler (mikroskopiske vanndråper) spredt til luft via dusjer, kjøletårn etc., og kan gi to typer sykdom. Legionær sykdom er en alvorlig lungebetennelse med høy dødelighet, mens Pontiacfeber normalt minner om influensa.

Krav om å hindre spredning av *Legionella* via aerosol er fastsatt i kapittel 3 a i forskrift om miljørettet helsevern. Offshore har man flere potensielle aerosolkilder, inkludert dusjer og høytrykkspykere. Når vannanlegg offshore risikovurderes, se kapittel 3, anbefaler Folkehelseinstituttet at man normalt supplerer de tekniske risikovurderingene med dyrkingsprøver for *Legionella*. Slike prøver bør tas månedlig gjennom minst ett år, og hver måned må man ta tilstrekkelig mange prøver til at man får bedømt risikoen i de ulike delene av risikoanleggene. Dersom man finner *Legionella* i mer enn 30 % av prøvene, er anlegget så infisert at full legionellasanering er påkrevd. Finner man

Legionella i mindre omfang, må funnene brukes i risikovurderingen, og man kan følge dem opp med både tekniske og behandlingsmessige tiltak for å oppnå et system hvor man bare unntaksvis påviser *Legionella*. I forbindelse med risikovurderingen, bør man også vurdere behov for legionellaanalyser som del av den ordinære driftsovervåkingen. Detaljert informasjon om legionellabekjempelse finnes i Folkehelseinstituttets legionella-veiledning.

Følgende tiltak vil redusere risikoen for at *Legionella* skal kunne vokse i vannsystemer:

- Kaldtvannet holdes under 20° C, se 9.2.3. Varmtvannet holdes over 60° C (fig. 9.21), se 9.2.4. Vanntemperaturer dokumenteres minimum gjennom et månedlig testprogram. Se vedlegg 14 for temperaturkontrollprosedyre.
- Blindrør fjernes fra drikkevannssystemet, se 9.2.1 (fig 9.22).
- Avgreininger som leder til tappepunkter som sjelden er i bruk og som ikke sprer aerosoler sikres med ventil av type "BA", se 9.2.5. Alternativt må slikt stillestående vann spyles ut ukentlig med fullt trykk. Når man spyles nøddusjer og annet utstyr som kan føre til aerosolspredning, må man forhindre aerosoldannelse og inhalering av aerosoler (bruk av åndedrettsvern klasse P3 anbefales). Spyling kan gjøres manuelt eller med automatiske ventiler (hvor det manuelle arbeidet begrenses til kontroll og vedlikehold).
- Alle rørstrekk og alt annet utstyr (standby-enheter etc.) må brukes/spyles ukentlig.



Figur 9.22: En vask har blitt fjernet uten at man har fjernet kraner og rør. Disse kranene er blindrør hvor *Legionella* kan ha gode oppvekstvilkår og siden spres til resten av drikkevannssystemet (Foto: Eyvind Andersen)

- Drikkevannssystemet rengjøres og desinfiseres regelmessig, se 9.2.9.
- Dusjhoder og -slanger er vanskelige å rengjøre og vil alltid inneholde lunkent vann. Hver 3. måned bør de skrus ned og rengjøres, om nødvendig med såpe eller mild syre, før de desinfiseres med varme, tørking eller bruk av desinfeksjonsmiddel, se vedlegg 12. Dersom en lugar har vært ute av bruk en periode, er slik desinfisering enda viktigere (fig. 9.23).

I legionellainfisererte systemer der man ikke kommer i mål med forebyggende tiltak, kan vannbehandling som sølv-/kobberionisering eller klordioksid dosering ha effekt. Disse metodene er ikke vidunderkurer som virker raskt og over alt, men er likevel de behandlingsmetodene som til nå har vist seg mest effektive. Også andre tilsetningsstoffer kan benyttes til sanering eller som kontinuerlig behandling dersom de er godkjent av Mattilsynet for formålet. For detaljert informasjon om *Legionella* og vannbehandling, viser vi til Folkehelseinstituttets legionellaveiledning.

Ved sølv-/kobberionisering tilføres vannet kontinuerlig små mengder sølv og kobber (maksimalt henholdsvis 0,1 og 1 mg/l). Typisk dosering er 0,02-0,04 mg/l for sølv og 0,2-0,4 mg/l for kobber, men det foreligger litteratur som har dokumentert effekt ved sølvkonsentrasjoner ned mot 0,01 mg/l. Ved klordioksidbehandling er nødvendig dosering 0,1-0,4 mg/l. Erfaringsmessig vil det kunne ta tid, gjerne ½-2 år før man oppnår full effekt av klordioksid i et legionellainfisert system (i tillegg har klordioksid effekt mot amøber og biofilm). Dosering av klordioksid vil føre til at det dannes kloritt og klorat som biprodukter, og dannelsen av disse må begrenses til 0,7 mg/l totalt.



Figur 9.23: Dusjslanger og -hoder er risikopunkter for legionellaoppvekst grunnet lav vanntemperatur etter blandebatteri kombinert med at vannet står stille i stikkrør. Her forebygges oppvekst ved at utstyret får henge og tørke (Foto: Arild Tolo)



Figur 9.24: En omfattende biofilm kan oppstå der renholdet er mangelfullt. I slik biofilm er det gode voksemuligheter for mikrober (Foto: Eyvind Andersen)

9.2.8 Isolasjon

Kaldtvannsrør bør isoleres med skum, og skjøter i isolasjonen bør limes tette. Dette gir kaldere vann og forhindrer kondens. Varmtvann bør isoleres med mineralull av kvalitet 0,035 W/mK. For både varmt- og kaldtvann anbefales en isolasjonstykkelse på 100 % av ytre rørdiameter.

9.2.9 Drift og vedlikehold

Biofilm (bakterier og andre mikrober) i distribusjonsnettene kan forårsake ubehagelig lukt og smak, se 4.2.1. Noen mikrober er også sykdomsfremkallende, og under biofilmen kan man få korrosjon i form av groptæring, se 4.2.3.

Regelmessig og godt vedlikehold er en forutsetning for at vannkvaliteten ikke skal endres vesentlig i ledningsnettene (fig. 9.24). Bruk av kjemikalier vil kunne være nødvendig. En prosedyre for dette arbeidet er beskrevet i vedlegg 12. Dersom man har mye biofilm i nettet, er det vanskelig å få full effekt, og prosedyren må kanskje gjentas flere ganger.

Drikkevannsforskriften har et generelt krav om internkontroll. I tillegg til dette har Sjøfartsdirektoratets drikkevannsforskrift i § 15 krav om at "Tanker, pumper og rørsystemer for drikkevann skal holdes rene innvendig. Drikkevannsanlegget skal rengjøres og desinfiseres før innretningen forlater byggeverkstedet, deretter minst en gang pr. år, og etter reparasjon av drikkevannsanlegget". Merk at det står minst en gang pr. år, og drikkevannsanlegget

skal rengjøres og desinfiseres oftere ved behov. Det er ofte fornuftig å se rengjøringen av vannforsyningsnettene i sammenheng med desinfiseringen av en eller flere drikkevannstanker, se 9.1.3.

Forhøyede kimtallsverdier indikerer behov for rengjøring og desinfeksjon utover det vanlige intervallet. Kimtall over 100 (ved 22° C/72 timer) i to gjentatte prøver tyder på biofilm i ledningsnettene (enkelttester trenger ikke å være representative, og bør følges av en kontrollprøve). Første tiltak kan være å spyle ledningsnettene. Dersom ikke kimtallet da går ned, eller dersom det stiger raskt igjen ("død" biofilm kan gi gode vekstvilkår for gjenværende mikrober), må nettet spyles og desinfiseres. Det å sikre at alle deler av ledningsnettene blir tilført nok klor, er en omfattende jobb, og mange velger derfor å sette bort denne jobben til eksterne konsulenter. Dersom man stadig har forhøyede kimtall, må man finne årsaken, se 9.2.1. Dusjhoder og dusjslanger er steder hvor det ofte er mye biofilm, og som derfor er vanskelig å få desinfisert tilstrekkelig, og disse bør demonteres, rengjøres og desinfiseres regelmessig, se 9.2.7.

Ved desinfeksjon av varmtvannsnettene med klor kan høy temperatur gjøre at kloren dekomponerer fortere. Alternativt kan varmtvannsledningsnettene desinfiseres med varmebehandling ved at temperaturen i hele systemet heves til minst 70° C i 5 minutter (målt ved rørvegg). Det er også mulig å desinfisere kaldtvannsnettene ved bruk av varmtvann, forutsatt at rørsystemene er tilrettelagt for og tåler dette, men risiko for skålding må forebygges. Dersom klordioksid eller sølv-/kobberionisering brukes for å bekjempe *Legionella*, se 9.2.7, er det mulig at disse metodene er tilstrekkelige også til å forebygge biofilmdannelse.

Dersom vannforsyningsnettene er koplet til andre systemer, må utstyr som benyttes for å beskytte mot tilbakeslag funksjonstestes, se 9.2.5. Pumper og annet teknisk utstyr vedlikeholdes i tråd med leverandørens anbefalinger, men slikt utstyr skal også desinfiseres på lik linje med resten av drikkevannsanlegget.

9.2.10 Trykktesting/lekkasjetesting

Anlegget bygges opp av trykktestede og godkjente komponenter i henhold til forskrifter (PED CE merket). Deler som må trykktestes på stedet testes med vann til påkrevet testtrykk. Ferdig montert

anlegg skal lekkasjetestes før drift. Lekkasjetesting med vann kan gjøres på følgende måte:

1. Fyll distribusjonsnett med rent drikkevann.
2. Spyl nettet for å fjerne eventuelle forurensninger fra byggeperioden. Kranene må åpnes fullt ut og siler etc. må være fjernet.
3. Koble til en testtrykkilde og nødvendige trykkmålere, remontér siler etc.
4. Steng nettet.
5. Øk trykk opp til maks tillatt operasjonstrykk, steng av trykkilde.
6. Verifiser at trykket er stabilt.
7. Inspiser nettet for lekkasjer.
8. Avlast testtrykk.
9. Hvis systemet ikke skal tas i bruk ennå, bør rørene dreneres og restvann blåses ut med oljefri trykkluft.

9.2.11 Spesielle tiltak på innretninger som opererer i varmt klima

Offshoreinnretninger som opererer i varmt klima (sjøvannstemperatur over 20° C) må installere et sirkulasjonssystem med kjøling for å holde kaldtvannet under 20° C. Det skal ikke kunne lekke inn forurensninger i drikkevannet via kjølesystemet, og systemer med dobbel vegg eller mellomliggende kjølekrets er derfor nødvendig.

Minimumskravet til kjølesystemet bør være at det holder kaldtvannets gjennomsnittstemperatur under 25° C. Under forbrukstopper (når mange dusjer samtidig etc.) vil temperaturen kunne stige over dette nivået, men deretter bør kjøleren raskt redusere temperaturen. Dersom vannet på distribusjonsnett kloreres kontinuerlig, trenger ikke UV-anlegget å inngå i sirkulasjonssløyfen.

Tappepunkter som er lite i bruk bør spyles ukentlig (manuelt eller automatisk), og dersom vanntemperaturen overstiger 25° C, bør spyling gjennomføres daglig. Dersom det ikke er mulig å holde gjennomsnittstemperaturen under 25° C, anbefales bruk av kjemikalier, se 9.2.7 eller kontinuerlig klorering, se 5.1 punkt 13 for designanbefaling.

Ved kontinuerlig dosering av klor bør klor og kloreringsbiprodukter fjernes i kullfilter før vannet går vannet UV-desinfiseres. Deretter doseres ny klor bare i kaldtvannssystemet for å oppnå en klorrest som er over 0,1 mg/l i hele ledningsnett. For å oppnå dette må man ofte ha en klorkonsentrasjon mellom 0,3 og 0,5 i byssa.

10. Særskilt om vannforsyning til trykkamre på dykkerfartøyer

Dykkerfartøy er spesialskip som er utrustet med enheter for dykkeoperasjoner 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 NORSOK U100.

Dette kapitlet dekker de utfordringene som er særegne for dykkesystemer. Da omtalen i kapittel 1-9 er generell, må man ut fra teksten i disse kapitlene i noen tilfeller likevel stille andre krav til dykkerfartøyer enn til andre fartøyer. For eksempel må kravet om opplæring tolkes slik at personellet må få tilstrekkelig opplæring til å kunne ivareta de spesielle hensynene som gjelder ved vannforsyning til trykkamre.

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.

Dykkernes bo- og arbeidsmiljø var 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 dykkesystemet 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.

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 dykkesystemet tas i bruk og deretter minst en gang månedlig i dykkeperioden. I både det ordinære drikkevannssystemet 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

Selv om dykkerselskapenes erfaring tilsier at månedlige vannprøver normalt er tilstrekkelig i overvåkingssammenheng, vil frekvensen i gitte situasjoner måtte økes. Dette gjelder blant annet i forbindelse med oppblomstringer av *P. aeruginosa*. På innretninger som har hatt gjentatte infeksjoner som skyldes *P. aeruginosa* bør man gjøre analyser oftere.

Driftsanalyser anbefales også for *Legionella*, og det anbefales at det tas 1000 ml prøver fra draktskyllerom, dusjer og høytrykksspylere før dykkersystemet tas i bruk.

10.2 Vannproduksjon

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

- *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 pH mellom 7 og 9.

- *Legionella* finnes ikke i sjøvann (kan forekomme i brakkvann).

10.3 Teknisk utforming

Følgende forhold bør ivaretas ved utforming av dykkersystemet:

Separate stengbare sjøvannsinntak, se 6.1.2.

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 normalt ikke å anbefale her, da *P. aeruginosa* er en bakterie som lett danner biofilm på mange typer 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* og *Legionella* 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 dykkesystemene, 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.

Utskiftbare dusjhoder med filtre

Det anbefales å bruke filterinnsatser på dusjhoder (porestørrelse opp til 200 nanometer) for å fjerne *P. aeruginosa* og *Legionella*.

10.4 Vedlikehold

Når dykkersystemet ikke er i bruk, bør tanker og ledningsnett være tømt 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 rutineene som er beskrevet i avsnittet over. Dersom oppveksten også omfatter det øvrige drikkevannssystemet, anvendes rutineene 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 mot *Legionella*.



Figur 10.1: Trykkammer for dykkeoperasjoner (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.

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

De ansvarlige for planlegging og bygging av drikkevannsanlegget kjenner regelverk og veiledninger:

- Forskrift av 12. februar 2010 nr: 158 om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Rammeforskriften med underliggende innretningsforskrift, aktivitetsforskrift og styringsforskrift)
- Forskrift av 4. desember 2015 nr: 1406 om drikkevann og drikkevannsanlegg på flyttbare innretninger
- Forskrift av 4. desember 2001 nr: 1372 om vannforsyning og drikkevann
- Folkehelseinstituttets veileder "Nok, godt og sikkert drikkevann offshore"

3. Viktige avgjørelser i tidlig konseptfase

- Det er definert hvem som er overordnet systemansvarlig for drikkevannssystemet i designfasen. Denne personen har erfaring fra drift av slike systemer, og skal sikre at de ulike delene av drikkevannssystemet designes på en funksjonell måte, både isolert sett og som helhet, mht. drift, vedlikehold og tekniske løsninger

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
- Sjøvannsinntakene er stengbare og er ikke tilknyttet samme sjøkister som benyttes til kjølevann for maskineri eller andre typer vannforbruk som kan skje i kystnære områder, 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(e) klordoseringsanlegg tilkoplede tankenes påfyllings- og resirkuleringsrør, se punkt 9
- Tilstrekkelig antall lagertanker for drikkevann, med god utforming for vannsirkulering og vedlikehold, stort nok volum og plassert slik at man unngår oppvarming av lagret vann, se punkt 10
- Drikkevannstankene har kofferdammer eller andre rom som ikke medfører fare for forurensning på alle drikkevannstankenes sider bortsett fra de sidene som grenser til andre drikkevannstanker

- Minst to UV-enheter, se punkt 11, da UV-anlegg gir tryggere desinfeksjon enn klor for vann som distribueres ut på ledningsnettet

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

- Drikkevannsbehov (minst 200 liter/pers/døgn). Antall m³/døgn: _____
- Annet vannbehov. Antall m³/døgn: _____
- Et eget ferskvannssystem for andre formål som er atskilt fra drikkevannsanlegget
- Erfarent driftspersonell har gjennom en 3D-gjennomgang av tegningene verifisert at alle komponenter i drikkevannsanlegget er lett tilgjengelige og ergonomisk riktig utformet, herunder:
 - Bunkringsstasjon
 - Klordoseringsanlegg
 - Drikkevannstanker
 - UV-anlegg
 - Vannproduksjonsanlegg
 - Alkaliseringsfilter
 - CO₂-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
- Det kan dokumenteres (jf. 9.2.6) at drikkevannsrør, behandlingsenheter, armatur og annet utstyr:
 - Tåler aktuell vannkvalitet mht. korrosjon
 - Tåler aktuelt trykk
 - Tåler aktuell vanntemperatur
 - Tåler aktuelt klornivå
 - Er egnet for drikkevannsformål
- Alle kjemikalier som tilsettes drikkevannet, eller kan komme inn i drikkevannet ved lekkasjer, vedlikeholdsarbeid, tilbakeslag m.v., er sertifisert, se 2.4
- Tegningene er oversiktlige og omfatter hele drikkevannsanlegget, samt andre tilkoblede systemer
- 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
- Sjøvannsinntakene er stengbare og ikke er tilknyttet samme sjøkiste som benyttes til kjølevann for maskineri eller andre typer sjøvannforbruk som kan benyttes i kystnære områder
- 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
- Om elektroklorering brukes for å hindre groing i sjøvannssystem, er det sikret at klornivået ikke blir så høyt at dette fører til uakseptable mengder klor- og bromforbindelser etter 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. Vannbehovet defineres som summen av drikkevann (200 l/p/d) pluss produsert vann som anvendes til andre formål (teknisk forbruksvann etc.).
- Med alle produksjonsenheterne i drift har man tilstrekkelig produksjonskapasitet til å etterfylle drikkevannstanker som har vært tømt (f.eks ved vedlikehold), i tillegg til dagsforbruk av drikkevann
- Anlegget har tilstrekkelig produksjonskapasitet også ved lav sjøvannstemperatur (5°C)

- Hvert produksjonsanlegg har en sensor som overvåker konduktiviteten i produsert vann. Ved forhøyet konduktivitet aktiveres alarm til bemannet sted og produsert vann dumpes automatisk
- For å sikre at ikke svikt fører til saltvannsforurensning av drikkevannssystemet, er det installert et ekstra trinn med konduktivitetmåling og dumping før vannet føres til drikkevannstankene
- For evaporatorer: Varmemediet er ikke basert på bruk av skadelige kjemikalier som kan forurense drikkevannet ved en eventuell lekkasje.
- For omvendt osmoseanlegg: Forfiltreringsanlegg har tilstrekkelig kapasitet til å dekke maksimal vannproduksjon med alle produksjonsenheter i drift. Filtre er enkle å fylle og rengjøre innvendig
- Alle nødvendige tilsetningsstoffer er sertifisert
- Det er tillatt å lede overskuddsvann fra drikkevannsproduksjonen til andre tanker via overløp fra drikkevannstankene forutsatt at dette overløpet er sikret mot forurensning, se 9.2.5.

7. Alkaliseringsfilter

- Rør mellom vannproduksjonsenheter og alkaliseringsfilter tåler korrosivt vann
- Alkaliseringsfilter/-filtre er plassert før drikkevannstanker
- Alkaliseringsfilter/-filtre har tilstrekkelig kapasitet til å dekke maksimal vannproduksjon med alle produksjonsenheter i drift
- Det er mulig å tilsette CO₂-gass til vannet før filteret
- Det er mulighet for å tilbakespyle filteret med rent drikkevann med tilstrekkelig trykk
- Filteret er enkelt å fylle, tømme og rengjøre innvendig

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
- Spylørør for bunkringsslanger har minst like stor dimensjon som påfyllingsrøret til lagertankene
- Spylørøret 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
- Bunkringsrørnett dreneres mot et lavpunkt for å unngå at rester av gammelt vann forblir i nettet etter avsluttet bunkring
- Bunkringsstasjonen er godt merket med "Drikkevann" eller "Potable water" og blå fargekode

9. Klordoseringsanlegg

- Det finnes et fast montert klordoseringsanlegg tilkopletpåfyllingsrøret til drikkevannstankene
- Det finnes et fast montert klordoseringsanlegg tilkopleteresirkuleringsrøret til drikkevannstankene
- Klordoseringsanlegg har tilstrekkelig kapasitet til å desinfisere alt vann ved maksimal pumpehastighet. Dersom samme anlegg brukes til bunkring og resirkulering, må anlegget være egnet for begge formål
- Klordoseringsanlegg er vannmengdestyrt (flowmeterstyrt)
- Det kan ikke overføres vann fra bunkringsstasjonene til noen av lagertankene for drikkevann, uten at vannet passerer doseringspunktet for klor
- Slange mellom kloreringsanlegg og doseringspunkt er kortest mulig
- Klordoseringsanlegg er merket og fysisk sikret mot mulige forurensninger
- Det er verifisert at klordoseringsanlegg, inkludert mengdestyringsutrustning, fungerer i praksis

10. Lagertanker for drikkevann

- Lagertankene er utformet slik at de er lette å holde rene; uten unødige innvendige spant, horisontale avstivere etc.
- Innvendig tankhøyde er mellom 2 og 4 meter. Er tankene høyere skal de utstyres med permanente adkomstplattformer som gir lettvinthold (minimum for hver 4. påbegynte høydemeter)
- Det er tilstrekkelig antall lagertanker og tilstrekkelig lagerkapasitet for drikkevann, se tabell 9.1. Tabellen viser minimum total lagerkapasitet anslått for forskjellige anleggstyper. Veiledende verdier

er oppgitt i antall døgn forbruk ved full bemanning, inkludert eventuelt teknisk vannforbruk. Det forutsettes at denne lagerkapasiteten er tilnærmet likt fordelt mellom de forskjellige tankene.

- Tankenes innløp og utløp er plassert i god avstand fra hverandre slik at det oppstår en god omrøring i hele vannvolumet under bunkring og drift. Dette for å lette klorinnblanding og unngå lommer med stillestående vann. Bunkret og resirkulert vann pumpes inn i tanken i en vinkel som gir god sirkulering av hele tankvolumet, mens returstrøminnløp fra nettet plasseres lengst mulig unna utløpet
- Automatiske ventiler eller andre fysiske tiltak sørger for at vann ikke kan produseres, bunkres eller resirkuleres til en tank som samtidig leverer vann ut på drikkevannsnettet, samt at eventuell returstrøm av vann fra nettet går til samme tank som har levert vannet
- 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 klordoseringsanlegg og tilbake til samme tank, uten at vannet ledes ut på distribusjonsnettet. Pumpen og ledningsnettet som brukes ved denne resirkuleringen har tilstrekkelig kapasitet til at tanken kan sirkuleres raskt (ofte 4-6 timer). Distribusjonsnettet kan samtidig forsynes fra en annen drikkevannstank
- Tankene er utstyrt med tilfredsstillende atkomstmuligheter. Dersom mannhullet er på dekk, ligger det i et "rent" område og er forsynt med opphøyet kant på minst 5 cm over dekknivå
- Andre små vanntanker som varmtvannsberedere, hydrofortanker og små dagtanker etc. er utformet med tilstrekkelig adkomståpning for innvendig renhold og vedlikehold, og har omløp, dersom dette er nødvendig for å opprettholde uavbrutt vannforsyning. Tankene inneholder ikke stillestående vann
- Tankene er utstyrt med tilfredsstillende lufting i rent og avgassfritt område
- Lufteanordningene er beskyttet mot inntrenging av forurensning, og åpningene er tildekket med finmasket netting i rustfritt materiale
- Tankene har dreneringsventil som gir rask og fullstendig drenering (ingen "lommer" med restvann) uten at man trenger å bruke drikkevannspumpene
- Høytrykksspylevann er av drikkevannskvalitet
- Tankene er utstyrt med automatisk nivåpeiling tilkoplede kontinuerlig bemannet område
- Tankene støter ikke direkte mot andre tanker med oljeprodukter eller andre flytende kjemikalier. Nybygg skal ha drikkevannstanker med kofferdammer eller andre rom som ikke medfører forurensningsfare på alle drikkevannstankenes sider bortsett fra de sidene som grenser til andre drikkevannstanker
- Det er ikke ført rør fra andre systemer gjennom tankene. Dersom det har vært umulig å unngå dette, er rørene lagt i åpen kanal
- Det kan dokumenteres at eventuelt beskyttelsesbelegg har blitt påført i tråd med leverandørens krav til beleggtykkelse, vasking, herding og metode for påføring, jf. avsnitt 9.1.4. Etter fylling av tanken, er vannets lukt, smak og hydrokarboninnhold blitt sjekket
- Ved valg av belegg anvender man det beleggalternativet som er enklest å påføre korrekt og som er best egnet for å ivareta god drikkevannskvalitet

11. UV-bestråling av drikkevann

- UV-enhetene er vurdert av Folkehelseinstituttet, og anvendes i tråd med forutsetningene
- UV-anlegget er biodosimetrisk testet og gir stråledose på 40 mWs/cm², se 8.3.2
- UV-enhetene er dimensjonert for å takle vann med en UV-transmisjon på 30 %/5 cm, se 8.3.2
- 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 vanngjennomstrømming (peakverdier)
- Der flere UV-enheter skal brukes samtidig, må man sikre at vannet fordeles likt mellom enhetene
- UV-anlegget medfører ikke unødig oppvarming av vannet, og er, om nødvendig, utstyrt med effektkontroll som begrenser UV-dosen når vannforbruket er lavt
- UV-bestrålingen er siste behandlingstrinn før vannet sendes ut på nett
- Hver UV-enhet har en sensor som overvåker bestrålingsintensiteten. Ved strømbrudd, lampesvikt eller dersom intensiteten blir for lav, stenges vannleveransen automatisk

- Hver UV-enhet har en signallampe for hvert strålerør og en timeteller
- Det er partikkelfilter foran hver av UV-enhetene (maksimal porestørrelse 50 mikrometer)
- For feilsøking er det muligheter for å ta vannprøver både rett før og rett etter UV-enhetene

12. Vannforsyningsnett

- Drikkevannsrør utenfor boligkvarter er merket med "Drikkevann" eller "Potable water" og er merket med blå fargekode
- Pumpekapasitet er tilpasset vannforbruket. Der vannforbruket varierer mye anbefales effektstyring
- Det er ikke ført drikkevannsrør gjennom tanker som inneholder 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
- Rør for varmt og kaldt vann er tilstrekkelig isolert og plassert der temperaturen holdes stabil, se 9.2.1
- Behov for ukentlig spyling av rørstrekk med stillestående vann er minimert, se 9.2.7. Systemet er designet med færrest mulig rørstrekninger med stillestående vann. Rørstrekk som bare forsyner forbruk som ikke fører til aerosoldannelse trenger ikke spyles dersom de tilkoples etter en BA-ventil (jf. NS-EN 1717)
- Ved en forurensningssituasjon er det mulig å drenere distribusjonsnettet
- Tilkoplinger til drikkevannssystemet er tilstrekkelig sikret, fortrinnsvis ved brutt forbindelse der dette er mulig. Alle andre tilkoplinger er sikret med kontrollerbare tekniske barrierer i henhold til NS-EN 1717, se 9.2.5. Ved å samle flere tilkoplinger bak samme beskyttelsesmodul kan man spare kostnader og forenkle vedlikehold. Husk at ventiltype BA må ha forfilter, samt stoppventiler før og etter, og BA-ventiler dreneres automatisk, så behov for sluk må vurderes
- Ordinære slangetilkoplinger i boligkvarter er sikret med minst én kontrollerbar tilbakeslagsventil (EA, jf. NS-EN 1717). Dusjer sikres tilsvarende dersom det er fysisk mulig at slangen kan havne i toalettet. I tekniske områder er slangetilkoplinger sikret med tilbakestrømningsbeskyttelse med kontrollerbar trykksone (BA, jf. NS-EN 1717).
- Dersom man i bysse eller andre steder har ettgreps dusjer er tilkopleet etter et blandebatteri (som kan stå åpent når ettgrepsventilen er stengt), må både kaldt- og varmtvannstiførselen til blandebatteriet sikres med minst én kontrollerbar tilbakeslagsventil (EA, jf. NS-EN 1717).
- Vannforbruket fra de ulike grenene i ledningsnettet er analysert, og rørdiameteren er redusert mest mulig. Rør uten sirkulasjon er dimensjonert i henhold til NS-EN 806-3
- For å forebygge kobberkorrosjon bør maksimalhastighet i sirkulasjonsrør være under 0,7 m/s. Andre rørmaterialer tåler høyere hastigheter, men dette kan føre til støy
- Det er etablert nok prøvepunkter til at vannkvaliteten kan spores gjennom hele drikkevannssystemet.
- Prøvepunktene er korte og selvdrenerende, se avsnitt 4.4
- Varmtvannsberederne gir nok varmt vann til at det alltid er mer enn 60 °C på varmtvannssystemets kaldeste punkt (etter ett minutt spyling), og sikrer dessuten at vannet i bunn av berederen jevnlig kommer opp i minst 60 °C
- Varmtvannssystemet er utstyrt med ekspansjonskar med membran og volum som tilsvarer 5,6 % av berederens volum, og karet tømmes regelmessig ved forbruk av varmtvann

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

Krav til drikkevannsdokumentasjon er omtalt i kapittel 3. Styrende dokumentasjon for drikkevannssystemet kan utformes på mange måter. Tradisjonelt har offshoreinnretninger hatt omfangsrike drikkevannsmannualer, 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 drikkevannsmannualen 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 drikkevannsmannual, 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. Er revisjonsdato for manualen oppgitt (hvor/sidetall)? _____
3. Har manualen en overordnet generell beskrivelse av drikkevannssystemet (hvor/sidetall)? _____
4. Inneholder manualen en oversiktstegning over drikkevannssystemet (hvor/sidetall)? _____
5. Inneholder manualen en referanseliste over hvor all drikkevannsdokumentasjon som det refereres til i manualen kan bli funnet (journaler, tegninger, prosedyrer, vedlikeholdssystem, håndbøker, regelverk etc.) (hvor/sidetall)? _____

Styring:

6. Finnes det en Risiko- og sårbarhetsanalyse for drikkevannsforsyningen? (hvor/sidetall)? _____
7. Er kritiske kontrollpunkter i drikkevannssystemet definert og kontrollrutiner for disse etablert (hvor/sidetall)? _____
8. Inneholder manualen en beskrivelse av hvem som har ansvar for de ulike drikkevannsoppgavene (plattformsjef, sykepleier, teknisk personell, landorganisasjon etc.) (hvor/sidetall)? _____
9. Er det beskrevet hvilket opplæringsprogram sykepleier og teknisk personell skal ha gjennomgått før de overtar ansvar for sine drikkevannsoppgaver, se 3.2 (hvor/sidetall)? _____
10. Er det etablert rutiner for vedlikehold av denne kompetansen, se 3.2 (hvor/sidetall)? _____
11. Er det beskrevet hvilken dokumentasjon sykepleier og teknisk personell skal være kjent med før de overtar ansvar for sine drikkevannsoppgaver, se 3.2 (hvor/sidetall)? _____
12. Finnes en samlet oversikt over forebyggende vedlikehold av systemet, se 3.3 (hvor/sidetall)? _____
13. Er det presisert at alle kjemikalier som direkte eller indirekte (ved lekkasjer, renhold etc.) kommer i kontakt med drikkevannet skal være vurdert eller sertifisert, se 2.4 (hvor/sidetall)? _____
14. Er rutiner for avviksoppfølging i tråd med kap. 3.5 (hvor/sidetall)? _____
15. Er rutiner for unntakssøknader i tråd med kap. 3.8 (hvor/sidetall)? _____
16. Inkluderer innretningens beredskapsplaner også drikkevann, se 3.6 (hvor/sidetall)? _____
17. Har selskapet etablert rutiner for internrevisjon som verifiserer at tekniske systemer og styringssystemer fungerer som de skal og oppgraderes ved behov, se 3.7 (hvor/sidetall)? _____
18. Finnes det rutiner som sikrer at vesentlige systemendringer i framtiden alltid blir forelagt myndighetene på forhånd (hvor/sidetall)? _____

Sjøvannssystem:

19. Inneholder manualen en oversiktstegning over sjøvannssystemet (hvor/sidetall)? _____
20. Inneholder manualen en oversiktstegning som viser vertikal og horisontal avstand mellom innretningens sjøvannsinntak og ulike typer utslipp (hvor/sidetall)? _____
21. Er det presisert at vannproduksjonen må stoppes (og sjøvannsinntak stenges hvis mulig) i perioder hvor det er risiko for at sjøvannet kan være forurenset (hvor/sidetall)? _____

22. Er det beskrevet hvilket utstyr og hvilke kjemikalier som skal brukes for å produsere drikkevann fra sjøvann (hvor/sidetall)? _____
23. Er det sikret at metoder som benyttes for å hindre begroing i sjøvannssystemet ikke vil kunne forurense drikkevannet (hvor/sidetall)? _____

Vannproduksjonsenheter:

24. Er det beskrevet hvordan vannproduksjonsenhetene fungerer, inkludert oversiktstegninger (hvor/sidetall)? _____
25. Er bruk av kjemikalier i vannproduksjonen beskrevet (også rengjøringskjemikalier for produksjonsutstyret), inkludert kjemikalietyper, produktnavn, produsent, maksimale doser og dosejustering etc. (hvor/sidetall)? _____
26. Er det beskrevet hvordan konduktiviteten på produsert vann måles, og hva som skjer hvis alarmen for høy konduktivitet går (hvor/sidetall)? _____
27. Er alarmgrensen for konduktivitetmålerene oppgitt (maksimalt 6mS/m for evaporasjon og 75 mS/m for omvendt osmose) (hvor/sidetall)? _____
28. Er rutiner for kalibrering av konduktivitetsmålere beskrevet (hvor/sidetall)? _____

Bunkring av drikkevann:

29. Er bunkringsprosedyrene i tråd med anbefalingene i vedlegg 10 i denne veilederen (hvor/sidetall)? _____
30. Er journalføringen ved bunkring i tråd med anbefalingene i vedlegg 5 i denne veilederen (hvor/sidetall)? _____

Alkaliseringsanlegg:

31. Er systemet for alkalisering godt beskrevet og oversiktstegning vedlagt (hvor/sidetall)? _____
32. Er filtermaterialet beskrevet (hvor/sidetall)? _____
33. Er prosedyren for tilbakespyling av filteret beskrevet (hvor/sidetall)? _____
34. Er prosedyren for filterutskiftning beskrevet (hvor/sidetall)? _____
35. Er prosedyrene for pH-kontroll beskrevet (hvor/sidetall)? _____

Kloreringsanlegg:

36. Er type klor, konsentrasjon og dosering beskrevet (hvor/sidetall)? _____
37. Dersom natriumhypokloritt anvendes: Finnes det rutine som sikrer at klorene blir skiftet ut før den blir for gammel (hvor/sidetall)? _____
38. Er det beskrevet at det frie klornivået skal ligge mellom 0,1 og 0,5 mg/l Cl₂ en halv time etter at klorene er tilsatt for at vannet skal aksepteres som desinfisert (hvor/sidetall)? _____

UV-anlegg:

39. Er UV-anleggets maksimale desinfeksjonskapasitet ved den dårligste aktuelle vannkvaliteten (UV-transmisjon noe under 30 %/5 cm) oppgitt (hvor/sidetall)? _____
40. Er den maksimale levetiden for UV-lampene oppgitt (hvor/sidetall)? _____
41. Er rutiner for kalibrering av UV-sensor beskrevet (hvor/sidetall)? _____
42. Er det klart beskrevet hvordan UV-kammeret, inkludert kvartsglass, UV-sensor etc., rengjøres dersom intensiteten faller (hvor/sidetall)? _____
43. Er intensitetsnivået som utløser anleggets stengeventil oppgitt (hvor/sidetall)? _____
44. Er rutiner for regelmessig funksjonstesting av anleggets alarm beskrevet (hvor/sidetall)? _____

Drikkevannstanker:

45. Er driftsrutiner for tankene kort beskrevet (hvor/sidetall)? _____
46. Er prosedyrene for rengjøring og desinfeksjon av tankene i tråd med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 13 (hvor/sidetall)? _____

47. 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)? _____
48. Skjer påføring av belegg i tråd med rutiner beskrevet i avsnitt 9.1.4 (hvor/sidetall)? _____
49. Er det etablert prosedyrer for å dokumentere at krav til påføringstykkel, vasking og herding har blitt fulgt i forbindelse med påføring av belegg i drikkevannstanker (hvor/sidetall)? _____
50. Er rutiner for rengjøring og desinfisering av varmtvannsberedere, trykktanker og andre drikkevannstanker beskrevet (hvor/sidetall)? _____

Drikkevannsledningsnett:

51. Er prosedyrene for rengjøring og desinfeksjon av ledningsnettet i tråd med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 12 (hvor/sidetall)? _____
52. Er operasjons- og vedlikeholdsrutiner for eventuell trykktank beskrevet (hvor/sidetall)? _____
53. Er rutiner for funksjonstesting av tekniske barrierer mot forurensning av drikkevannsnettet beskrevet, se 9.2.5 (hvor/sidetall)? _____
54. Er det presisert at alle slangetilkoplinger må frakoples etter bruk (hvor/sidetall)? _____
55. 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)? _____
56. Er det presisert at termostaten på varmtvannsberederen skal settes slik at vannet i drikkevannsnettet på det kaldeste punktet holder minst 60°C etter ett minutt spyling (hvor/sidetall)? _____
57. Er det etablert et program for temperaturmåling i ledningsnettet som sikrer at kaldtvannet over alt holder under 20°C og varmtvannet over 60°C (hvor/sidetall)? _____
58. Er det etablert rutiner for ukentlig veksling som sikrer at alt drikkevannsutstyr (tanker, pumper, UV-enheter, rørstrekk etc.) er i jevnlig bruk og stillestående vann unngås? (hvor/sidetall)? _____

Måling av vannkvalitet, loggføring og rapportering:

59. Er den daglige drikkevannslogg i samsvar med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 3 (hvor/sidetall)? _____
60. Er programmet for månedlige og årlige drikkevannsanalyser i samsvar med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 4 (hvor/sidetall)? _____
61. Varieres prøvestedene slik at flere samtidige vannprøver ulike steder på innretningen over året gir et godt bilde av vannkvaliteten gjennom hele drikkevannssystemet (hvor/sidetall)? _____
62. Er prosedyrene for fysisk/kjemisk og bakteriologisk vannprøvetaking i samsvar med Folkehelseinstituttets anbefalinger, se vedlegg 7 og 8 (hvor/sidetall)? _____
63. Er bruk av måleinstrumenter beskrevet (hvor/sidetall)? _____
64. Er det utarbeidet en daglig teknisk logg for drikkevannsproduksjonen (hvor/sidetall)? _____
65. Er rutiner for feilsøking beskrevet (hvor/sidetall)? _____

Vedlegg 3 – Eksempel på daglig drikkevannslogg*

Måned: _____ År: _____

Dato	Lukt	Smak	Klarhet	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									

* I tillegg må vanntemperaturer loggføres, se avsnitt 4.2.5

** Trenger bare analyseres dersom vannet er klorert, eller dersom det er risiko for klorforurensning på grunn av elektrokloring av sjøvann og påfølgende evaporering, se avsnitt 6.2

Vedlegg 4 - Anbefalt analyseprogram og kvalitetskrav

Dette er et forslag til program. Tilsynsmyndigheten kan, med utgangspunkt i drikkevannsforskriften, sette andre krav dersom de finner det nødvendig.

Parameter	Frekvens*	Enhet	Merknader	Grenseverdi	Tiltakstype**
Lukt	D/B/M	Subjektiv vurdering	Jf. med smaksprøver ”	Ikke framtreddende	C
Smak	D/B/M	Subjektiv vurdering	Jf. med luktprøver ”	Ikke framtreddende	C
Klarhet	D/B	Subjektiv vurdering		Klart	-
pH-verdi	D/B/M		Vannet skal ikke være korrosivt	6,5-9,5	C
Konduktivitet	D/B/M	MilliSiemens /m (mS/m) ved 25° C (1 mS/m = 10 µS/cm)	NB: Alarm for produksjonsanlegg settes på: - 6 mS/m ut av evaporator - 75 mS/m ut av omvendt osmoseanlegg, se 4.3.1	<i>For bunkret vann:</i> Samme konduktivitet som ved leverende vannverk i land. <i>For produsert vann:</i> Skal være stabil. Eventuelle økninger skal kunne forklares, se 4.3.1 og 4.3.2	C
Fritt klor	D B	Milligram/l	Analyseres bare hvis vannet kloreres Måles 30 min. etter bunkring	0,1-0,5, jf. 4.3.1 Se over.	-
Total klor	D B	Milligram/l	Analyseres bare hvis vannet kloreres Måles 30 min. etter bunkring	1,0, se 4.3.1 Se over.	-
Farge	B/M	Milligram Pt/l	NB: Produsert vann har farge > 2	20	B
Turbiditet	M	FNU		1	B
<i>Clostridium perfringens</i>	M	Antall/100 ml		0	C
<i>E. coli</i>	M	Antall/100ml	Funn meldes tilsynsmyndigheten umiddelbart	0	A
Intestinale enterokokker	M	Antall/100ml	Funn meldes tilsynsmyndigheten umiddelbart	0	A
Kalsium	M	Milligram Ca/l	Analyseres bare hvis vannet alkaliseres	Anbefalte verdier: mellom 15 og 25	-
Kimtall 22°C / 72T	M	Antall/ml		100	C
Koliforme bakterier	M	Antall/100ml		0	B
Jern	M	Milligram Fe/l		0,2	C
Kobber	M	Milligram Cu/l		0,3 i kaldtvann, se 4.3.3	B

Tabell forts.

Parameter	Frekvens*	Enhet	Merknader	Grenseverdi	Tiltakstype**
Benzen	Å	Mikrogram C ₆ H ₆ /l		1,0	B
Benzo(a)pyren	Å	Mikrogram/l		0,010	B
Bly	Å	Mikrogram Pb/l		10	B
Bromat	Å	Mikrogram BrO ₃ ⁻ /l		5	B
Hydrokarboner, mineralolje	Å	Mikrogram/l	Bør også analyseres etter maling av tank, se 9.1.4	10	B
Kadmium	Å	Mikrogram Cd/l		5,0	B
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	Å	Mikrogram/l		0,10	B
Trihalometaner	Å	Mikrogram/l		50	B
Bor	Å	Milligram B/l	Trenger bare analyseres om vannet produseres med omvendt osmose	1,0	B
Glykoler	Å	Mikrogram/l	Trenger kun analyseres dersom slike stoffer benyttes i tilknytning til drikkevannsproduksjonen	10	B
Krom	Å	Mikrogram/l	Trenger kun å måles når innretningen er ny	50	B
Nikkel	Å	Mikrogram/l	Trenger kun å måles når innretningen er ny	20	B

* Frekvensen er delt inn i daglige analyser (D), analyser ved bunkring (B), månedlige analyser (M) og årlige analyser (Å). Krav til prøvepunkter er omtalt under avsnitt 4.4.

**Beskrivelse av tiltakstyper, jf. drikkevannsforskriften

- **Tiltakstype A:** Det skal umiddelbart iverksettes tiltak for å bringe parameterverdien under grenseverdien. Det kan ikke gis dispensasjon fra grenseverdier. Tilsynsmyndighetene skal varsles umiddelbart, se figur 4.5.

- **Tiltakstype B:** Nødvendige tiltak skal gjennomføres så snart som mulig for å bringe parameterverdien under grenseverdien, og tilsynsmyndigheten skal varsles. Tilsynsmyndigheten kan gi dispensasjon fra grenseverdien for vedkommende parameter forutsatt at slik dispensasjon ikke representerer helserisiko og forutsatt at tilfredsstillende vannforsyning fra alternative kilder ikke er mulig. Dispensasjonen skal gis for kortest mulig periode, og skal ikke overskride 3 år. Melding om slik dispensasjon med begrunnelse for vedtaket skal sendes til det sentrale Mattilsynet. Eventuell forlengelse av dispensasjonen utover 3 år kan bare gis av det sentrale Mattilsynet.

- **Tiltakstype C:** Nødvendige tiltak skal gjennomføres så snart som mulig for å bringe parameterverdien under grenseverdien. Tilsynsmyndigheten skal varsles, og kan gi dispensasjon fra grenseverdien for en periode slik at nødvendige tiltak kan gjennomføres forutsatt at overskridelser av grenseverdien ikke representerer noen helserisiko.

Vedlegg 5 – Bunkringsjournal

Bunkringsdato: _____ Klokkeslett når bunkring er avsluttet: _____

Forsyningsbåt: _____

Har forsyningsbåten tilsatt klor til vannet (J*/N)? _____

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:
Farge:				20 mg/l Pt (minus måleusikkerhet, se avsnitt 4.6)
Lukt**:				Ikke framtreddende
Smak**:				Ikke framtreddende
Klarhet**:				Klart***
Konduktivitet (mS/m):				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
Kontrollprøve*****				Er lukt, smak, utseende og konduktivitet fortsatt tilfredsstillende?
Aksepteres vannet (J/N)?				

Signatur fra ansvarlig person for bunkringen: _____

* Forsyningsbåter bør normalt ikke klorere vannet, da tilstrekkelig desinfeksjon sikres ved bruk av både klor og UV om bord på innretningen. Ytterligere klorering hos forsyningsfartøyet øker risikoen for at grenseverdien for kloreringsbiprodukter som trihalometaner overskrides, og bør kun skje dersom forsyningsfartøyet kan dokumentere gode systemer og prosedyrer for klorering. Dersom slik ekstra klorering blir gjort, bør man på offshoreinnretningen trappe opp analysefrekvensen for kloreringsbiprodukter.

** Fortrinnsvis vurdert av to personer, da disse vurderingene er subjektive og til dels vanskelige.

*** Sterkt lys og hvit bakgrunn er best for å avdekke mørke partikler, og svart bakgrunn for lyse.

**** Tidligere var det uvanlig med høyere verdier enn 10 mS/m (som tilsvarer 100 µS/cm, se 4.6) ved norske vannverk. De fleste vannverk som leverer vann til offshoreinnretninger alkaliserer nå vannet og hever konduktiviteten til mellom 10 og 15 mS/m. Dette vannet kan aksepteres dersom det kan dokumenteres at dette er normale verdier ved det vannverket forsyningsbåten henter vann fra.

***** For å avdekke om forsyningsfartøyet bevisst eller ved en feil har levert dårlig vann fra en tank det ikke er tatt prøve fra før bunkring, bør noen enkle tester gjennomføres før vannet ledes ut på nett

Vedlegg 6 - Anbefalt liste over krav til forsyningsbase og forsyningsbåter

Vannkvaliteten skal ikke forringes vesentlig under transport. Forsyningsbase og forsyningsbåter må derfor kunne dokumentere tilstrekkelige rutiner for kontroll og håndtering av drikkevann. 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 9. 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 (anbefalt løsning), må tankene rengjøres og desinfiseres når dette er nødvendig, se eksempel på prosedyre i vedlegg 13.
5. Bunkringsstasjon må ha en tilfredsstillende utforming, jf. avsnitt 7.1.
6. Før bunkring settes i gang, må bunkringsslanger/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. Forsyningsbåten bør dumpe alt vann i tankene før nytt vann fylles.
9. Etter at forsyningsbasen har spylt sine slanger og rør, tar forsyningsbåten en vannprøve for å dokumentere vannkvaliteten som skal bunkres. Prøven bør omfatte farge, lukt, smak, klarhet samt konduktivitet. Vannet skal kun aksepteres dersom vannets kvalitet er tilfredsstillende, se 4.3.2, 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.
10. Maksimal bunkringshastighet bestemmes av forsyningsbasen. Spyling bør skje ved maksimalt 100 % hastighet, og bunkring ved noe lavere hastighet (for å unngå å suge inn bunnfall fra ledningsnettet).
11. Grunnet økt risiko for dannelse av desinfeksjonsbiprodukter bør forsyningsbåten normalt ikke klorere (eller ozonere) vannet. Eventuell klorering bør bare skje under strengt kontrollerte forhold.
12. Drikkevannstankene skal rengjøres og desinfiseres minst 4 ganger årlig, se prosedyre i vedlegg 13. Vannprøver vil avdekke om hyppigere frekvens er nødvendig.
13. Forsyningsbåten bør jevnlig undersøke kvaliteten på vannet i tankene, se prøveprogrammet i vedlegg 4. Undersøkelser bør gjøres både rett før og rett etter rengjøring av tankene, se punkt 11, og under normal drift. Disse undersøkelsene gir grunnlag for å vurdere om rengjøringsfrekvensen er høy nok, og en av disse undersøkelsene kan med fordel inngå i en helhet, se punkt 15.
14. Belegg som brukes for beskyttelse av tankene må være egnet for drikkevannsmål og bør påføres i tråd med anbefalingene i avsnitt 9.1.4.
15. Forsyningsfartøyet må ha et kvalitetssystem som ivaretar opplæring og sikker drift og vedlikehold.

Årlig undersøkelse av kvaliteten på hele forsyningskjeden:

16. 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 parameterne 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

Analysemetoder

Det skal benyttes de analysemetodene som er angitt i drikkevannsforskriften. Laboratoriet må derfor være akkreditert for de metodene.

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 prøvetakingsstedet.

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 24 timer.
3. Prøvene sendes på hurtigst mulig måte til det aktuelle laboratorium.
4. Prøver som ikke er pakket og sendt på forskriftsmessig måte, kan være 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. Laboratoriet skal være akkreditert for de enkelte analysemetodene.

Årlig fysisk/kjemisk drikkevannsanalyse

Flere av analysene i det årlige programmet krever bruk av ulike spesialflasker. Nødvendige spesialflasker rekvireres fra laboratoriet. Prøvene skal tas av det vannet som til enhver tid står i ledningen på prøvetakingsstedet. Først fylles flasker for tungmetallanalyser, deretter spesialflasker for de organiske parameterne, før man til sist fyller en enliters plastflaske med kaldt vann fra samme prøvepunkt.

Dersom grenseverdien for eksempelvis bly eller kadmium overskrides, kan man ta en utvidet prøve ved samme tappested for å vurdere hvor mye som skyldes utlekking fra materialer i ledningsnett. For øvrig vil sammenligning av prøve tatt i starten på ledningsnett og fra tappepunktene være viktig dokumentasjon på endringer som har oppstått i ledningsnett.

Utvidet prøve

1. Det aktuelle tappestedet må stå ubenyttet i 10 timer.
2. En prøve tas av det første kaldtvannet som tappes.
3. Etter ett minutts spyling ved full kranåpning tas enda en prøve.
4. Vannprøvene undersøkes aktuell parameter, eventuelt også for bly, kadmium, krom, kvikksølv og nikkel.

Vedlegg 9 - Feilsøking

PROBLEM	MULIG ÅRSAK	KORRIGERENDE TILTAK
A. Dårlig lukt/smak	1. Forurenset vann fra forsyningskip	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 forsyningskip). 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 forurener sjøvannsinntak (f. eks. alger)	Skift sjøvannsinntak eller stans ferskvannsproduksjon. NB! Aktivt karbonfilter kan fjerne en del lukt- og smakskomponenter
	5. Olje som forurener sjøvannsinntak	Som punkt 4
	6. Mikrobiell vekst i lagertanker/ledningsnett	Se problem J
	7. Høyt jerninnhold	Se problem L
	8. Høyt kobberinnhold	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 gjennomstrømming 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 ₂ /l
B. Høyt fargetall (gulbrunt)	1. Humusholdig vann fra forsyningskip	Vann som er farget av humus skal ikke aksepteres bunkret (grenseverdi 20 mg Pt/l)
	2. Høyt jerninnhold	Se problem L
C. Turbiditet (partikler)	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	Hyppigere rengjøring av drikkevannstanker
	4. Partikler i vann fra forsyningskip	Vann med partikler skal ikke aksepteres
D. Lav pH	1. Vann fra forsyningskip 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

PROBLEM	MULIG ÅRSAK	KORRIGERENDE TILTAK
D. forts.	4. Filtermassen er blitt inaktiv	Skift ut hele filtermassen
	5. Hvis kalk-/CO ₂ -anlegg er i bruk: a. CO ₂ -doseringen er for høy b. For lite masse i alkaliseringsfilter c. En CO ₂ -pute har bygget seg opp inne i et nedstrømsfilter	Doser mindre CO ₂ Se pkt. 3 Redusere CO ₂ -trykk, evt. bygge om til oppstrømsfilter
	6. Feil ved pH-måling	Se problem F
E. Høy pH	1. Vann fra forsyningsskip 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 ₂ -anlegg er i bruk: a. CO ₂ -doseringen er for lav b. Nylig påfylt filtermasse i alkaliseringsfilter	Doser mer CO ₂ Se pkt. 2
	4. Feil ved pH-måling	Se problem F
F. Feil ved pH-måling (forskjell på mer enn én pH-enhet mellom off-shoremålinger og landlaboratorium)	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
G. Høy konduktivitet (= høyt saltinnhold/ledningsevne)	1. Vann fra forsyningsskip 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 bunkringsslanger	Bunkringsslanger skal spyles før prøvetaking
	3. Saltholdig vann fra produksjonsenhet for drikkevann grunnet: a. Feil på konduktivitetmåler på produksjonsenhet eller i laboratoriet b. Lekkasje i evaporatorkondensator c. Skade på omvendt osmosemembran d. Avleiringer i omvendt osmoseenhet/evaporator e. Defekt dumpeventil	Se problem F, punkt 6 og 7. Feil på konduktivitetmåler oppdages på forskjell i konduktivitet målt offshore og på land Tett lekkasje Skift membran Rengjør produksjonsenheten jevnlig Installere ekstra dumpeventil, forbedre vedlikehold

PROBLEM	MULIG ÅRSAK	KORRIGERENDE TILTAK
H. Utilstrekkelig UV-desinfeksjon	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.
	6. UV-anlegget fungerer ikke.	Ta kimtallsprøve før og etter UV-anlegget for å sjekke om det virker.
I. Utilstrekkelig klorering	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 total klor.	Ekstra dosering av klorløsning er nødvendig.
J. Høyt kimtall	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 mikrober 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 oppstår. Dette gjøres ved å ta nye vannprøver fra forskjellige steder i drikkevannssystemet, inkludert vanntankene, før og etter de ulike behandlingseenhetene og noen steder utover på ledningsnettet. Deretter må man 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 forurenses 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

PROBLEM	MULIG ÅRSAK	KORRIGERENDE TILTAK
K. <i>E. coli</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, intestinale enterokokker eller koliforme bakterier	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 spylørør 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
L. Høyt innhold av jern eller kobber (korrosjon)	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 kobberrør	La vannet renne litt før det brukes til drikkevann/matlaging
	5. Tapping av vann fra varmtvannskran	Bruk kun kaldt vann til drikkevann/matlaging
M. Høyt innhold av tungmetaller, som f.eks. bly eller kadmium	Korrosjon	Se problem L
N. Trihalometaner	1. Dersom sjøvann elektrokloreres før vann produseres ved evaporasjon, kan det inntreffe trihalometanoverskridelser på renvannssiden	Redusere klorproduksjon i sjøvannsinntak, redusere effekten av evaporator for derigjennom å produsere renere vann eller installere aktivt kullfilter
	2. Grenseverdiene vil kunne overskrides for bunkret vann dersom vannverket i land allerede har ganske høye trihalometanverdier	Justere kloreringen på innretningen, bunkre vann fra annet vannverk eller installere aktivt kullfilter
O. Bromat	Dersom sjøvann elektrokloreres før vann produseres ved evaporasjon, kan det inntreffe bromatoverskridelser på renvannssiden. Mengden er pH-avhengig, og kan øke etter UV-bestråling	Redusere klorproduksjon i sjøvannsinntak, redusere effekten av evaporator for derigjennom å produsere renere vann eller installere aktivt kullfilter
P. Høy temperatur	1. Manglende kjøling av evaporert vann	Kjøling
	2. Oppvarming av tanker og rør	Isolasjon av rør og tanker Kjøling av omgivelser Kjøling av vann
	3. Lekkasjer mellom varmt- og kaldtvannssystem i blandebatterier etc.	Montere/reparere tilbakeslagsventiler Utjevne trykk mellom kaldt- og varmtvannet

Vedlegg 10 – Eksempel på prosedyre for bunkring av drikkevann

Prosedyren må tilpasses systemet på den enkelte innretning.

Før bunkring:

1. Bunkring bør skje til tomme drikkevannstanker. Dump resterende vann i tanken via dreneringsventil hvis mulig.
2. Sjekk 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. Sjekk at ventilene på klordoseringslinjen er åpnet. Start pumpen for å kontrollere at den fungerer.
4. Sjekk at vann ikke forbrukes fra den tanken det skal bunkres til.
5. Sjekk at avstengningsventilen på bunkringsstasjonen faktisk er stengt.
6. Sjekk 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. Farge måles og lukt, smak og klarhet vurderes (fortrinnsvis av to personer for å kvalitetssikre disse skjønnsmessige vurderingene). 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. For å unngå unødvendige diskusjoner med kapteinen på forsyningsbåten, anbefales det at man er to personer som har vurdert samme vannprøve før man avviser vannet på grunn av lukt, smak eller klarhet.
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. Ved raskt å vurdere vannets utseende og sjekke lukt, smak og konduktivitet etter at tanken er fylt opp kan man avdekke om forsyningsbåten bevisst ved en feil har levert dårlig vann fra en tank det ikke er tatt vannprøve fra. En slik sjekk forhindrer ytterligere forurensning av distribusjonsnett.
15. 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. Ut 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 om tanken er delvis full. Man bør prøve å unngå å bunkre til tanker som er delvis fulle, da det i slike tilfeller er vanskelig å få innblandet klor.

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:

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

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 m³. Tanken er tom. Vi skal fylle hele tanken, og erfaring fra tidligere bunkringer tilsier at vi trenger 1,0 gram klor per m³.

Nødvendig klormengde:

Totalt trenger vi 130 m³ · 1,0 g/m³ = 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 m³ i timen.

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

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

(Hvis det for eksempel allerede hadde vært 30 m³ vann i tanken da bunkringen startet, ville bunkringstiden for de resterende 100 m³ 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 m³ vann i tanken da bunkringen startet, ville bunkringstiden for de resterende 100 m³ 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 over:

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 10 % 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 over: Vi skal bunkre 130 m³ til en tom tank, bunkringshastigheten er 200 m³ i timen. Vi trenger 1 gram klor per m³ 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 m³ vann på tanken fra før). Når vi skal bunkre 130 m³, er den nødvendige klordosen for vannet de 1 g/m³ som erfaringen har vist oss (mens den hadde økt til 1,3 g/m³ dersom vi hadde hatt 30 m³ vann på tanken fra før). Doseringshastighet (liter/time) som pumpen må settes på regnes ut som følger:

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

Bunkringshastigheten er her 200 m³/time og klorkonsentrasjonens styrke er 5 % og vi ønsker at drikkevannet skal ha en klordose på 1 g/m³ (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 m³ 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

Desinfeksjon av ledningsnett kan gjøres på flere måter, for eksempel ved varmebehandling (temperaturen i hele ledningsnettet heves til 70° C i minst 5 minutter), ved klorering eller ved bruk av andre desinfeksjonsmidler. Under skisseres en kloreringsmetode der vannet kan brukes som drikkevann i perioden desinfeksjonen foregår (men for at klorering skal virke effektivt, må ledningsnettet være rimelig rent). Bruk av lavere klordoser til desinfeksjon av nettet enn hva som er skissert under anbefales ikke, da dette ofte ikke vil fungere tilstrekkelig. Enda høyere klordoser vil ha bedre effekt, men da er ikke vannet å anse som drikkevann under desinfeksjonsperioden. Effekten av klora er en funksjon av konsentrasjon*tid.

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. Flaskevann anbefales derfor til mat og drikke.
- 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 opp mot 5 mg/l fritt klor (men ikke mer enn dette, om vannet samtidig skal brukes som normalt). 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 der kan være gode vilkår for bakterieoppvekst.

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. 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).

4. 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 klora har løst opp, og nytt klorrikt vann kommer lettere til gjenværende biofilm.

5. 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. Klorinnhold etter spyling bør være under 0,5 mg/l. Spyling fjerner også rester av organisk materiale (død biofilm) og dermed reduseres risikoen for hurtig gjenvekst av biofilm.

6. Særlig om dusjhoder og dusjslanger

Dusjhoder og dusjslanger av plast kan ha innvendig belegg som må fjernes for at klora skal virke effektivt. Fire ganger i året bør disse rengjøres (bruk av såpe/syre kan være nødvendig) før de desinfiseres. Aktuelle desinfeksjonsmetoder er klorering (la dem ligge én time i et kar med 50 mg/l fritt klor – lages for eksempel ved å blande en 5 % klorklørning i forhold 1:1000), koking (fosskokende vann i 5 minutter), eller ved å henge dem opp til de er helt tørre innvendig.

Dersom man ikke får bukt med kimtallsproblemer, må årsaken finnes. Mulige løsninger kan være bruk av andre kjemiske produkter som rengjør og desinfiserer eller utskiftning av ledningsnett.

Vedlegg 13 – Rengjøring og desinfisering av drikkevannstanker

Dette er én mulig metode for å gjennomføre desinfeksjon av en drikkevannstank. Alternative desinfeksjonsmetoder kan for eksempel være ved å bruke andre desinfeksjonsmidler eller ved å spraye alle tankens innvendige flater med tilstrekkelig sterk klorløsning (konsentrasjon*tid skal tilsvare 5ppm i 12 timer, og arbeidet må risikovurderes).

1. Forberedelser

Kun reint utstyr og verneutstyr skal anvendes i drikkevannstanker. 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, slik at man har nok vann under hele vedlikeholdsperioden.

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 slimbelegg på veggene og slam i bunn av tanken, samtidig som kimtallet er stabilt lavt, rengjøres tanken ofte nok. Resultatet av tilsynet journalføres.

4. Rengjøring

Til rengjøring brukes vann med drikkevannskvalitet. Overflaten i tanken spyles med høyt trykk, gjerne etter at man først har påført rengjøringsmiddel. 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. Nettingen og eventuell flottør på lufterørens munning skal kontrolleres og repareres om nødvendig. Resultatet av tilsynet journalføres.

6. Eventuell påføring av nytt beskyttelsesbelegg

Beskyttelsesbelegg skal være sertifisert, og det må kunne dokumenteres at belegget er korrekt påført (også ved flekkmaling), se 9.1.4. Feil påføring har skapt store problemer på mange innretninger.

7. 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.

8. Kontroll

Etter 12 timer tas det en prøve av vannet for å dokumentere at det fremdeles inneholder nok fritt klor; klorverdiene bør ikke ha falt mer enn 1 mg/l. Normalt bør dette vannet deretter dumpes, da det på grunn av høyt klorinnhold ikke tilfredsstillende drikkevannsforskriftens krav til lukt og smak. Alternativt kan vannet benyttes til desinfeksjon av ledningsnett, forutsatt at det fremdeles inneholder nærmere 5 mg fritt klor per liter, se vedlegg 12.

Vedlegg 14 – Prosedyre for temperaturkontroll

Måling av varmt- og kaldtvannstemperaturer må gjennomføres for å:

- Avdekke svikt i tilknyttet utstyr.
- Avdekke lekkasjer i blandebatterier.
- Lokalisere mulige risikoområder med tanke på bakteriell oppvekst.

Generelt

- Start målingene minst 1 time etter forbrukstopper i systemet (skiftbytter). Ideelt sett bør ikke kranene som måles ha vært brukt på minst 2 timer.
- Ta prøver fra nok steder, slik at man får et representativt bilde av tilstanden på fartøyet (anslagsvis fra hvert 15. tappepunkt).

Målinger

1. Mål vanntemperatur i drikkevannstankene (basisnivå for drikkevannstemperatur).
2. Mål vanntemperatur etter pumper eller hydrofortank (starttemperatur i distribusjonsnettet).
3. Sjekk varmtvannstemperatur ut fra bereder (skal være minst 65 °C).
4. Sjekk kaldtvannstemperatur forskjellige tappesteder i systemet. Bro og bysse kan være referansepunkter. Sørg for at ikke noe regulerer temperaturen (for eksempel blandebatterier hvor varmtvannstemperaturen begrenses til 48 °C).
5. Etter at kaldtvannstemperaturen er målt, gjentas prosedyren for varmtvannet.

Hvordan måle temperaturen

- Åpne kaldtvannskranen.
- Start temperaturmålingen umiddelbart (termometer med rask respons er nødvendig).
- Noter starttemperatur og temperatur etter ett minutts spyling.
- Gjenta målingene for varmtvannet.

Anbefalte temperaturer

- Starttemperatur for kaldtvannet skal være under 25 °C (hvis ikke bør kranen spyles daglig).
- Kaldtvannet skal være under 20 °C etter ett minutts spyling (hvis dette ikke oppnås bør man vurdere behov for risikoreduserende tiltak).
- Starttemperatur for varmtvannet skal ikke være under romtemperatur (da dette indikerer at kaldt vann lekker inn i varmtvannssystemet).
- Varmtvannet skal være over 60 °C etter ett minutts spyling.
- Hvis det er en forskjell på mer enn 5 °C mellom starttemperaturen på kaldtvannet fra ulike tappepunkter (som ikke kan forklares med forskjeller i romtemperatur etc.), kan dette være et tegn på at et blandebatteri lekker. NB: Starttemperaturen på kaldtvannet kan være betydelig lavere enn romtemperaturen dersom kranen nylig har vært brukt og kaldtvannstemperaturen i hovedrørene inneholder kaldere vann. Hvis starttemperaturen for kaldtvannet er høyere enn romtemperatur, er det sannsynlig med innlekking av varmtvann.
- Hvis det er en forskjell på mer enn 5 °C mellom kaldtvannstemperaturen fra ulike tappepunkter etter ett minutts spyling, bør man undersøke dette nærmere. Skyldes forskjellene rørtrasé, ventillekkasje eller andre varmekilder?
- Ved mistanke om lekkasje i et blandebatteri kan man først la krana renne litt, før man kjenner på varmt- og kaldtvannsrørene etterpå. Raske endringer i temperatur indikerer lekkasje.

www.fhi.no

Utgitt av Folkehelseinstituttet
Januar 2017
Postboks 4404 Nydalen
NO-0403 Oslo
Telefon: 21 07 70 00
Rapporten kan lastes ned gratis fra
Folkehelseinstituttets nettsider www.fhi.no