

# Mikrobielle tilhøve i symjebad og kontroll med badevatn

Av Gjermund Bø

Gjermund Bø er ansatt ved Institutt for næringsmiddelhygiene Norges veterinærhøgskole

I kontrollen med badevatn er det naturlig å skille mellom to slags bad:

## A) *Strandbad:*

Friluftsbad i ferskvann (elvar, innsjøar o.l.) og i sjøområde.

## B) *Bassengbad:*

Innandørs og utandørs bassengbad med ferskvatn eller saltvatn.

Det er helseråda som fører tilsyn med dei offentlege bada. Føremålet med kontrollen er å hindre at badande blir påførde sjukdom. I tillegg skal dei sjå etter at badevatnet er estetisk tilfredstillande og at visse sikkerhetskrav på badeplassen er oppfylte.

Sjølv om føremålet med kontrollen er det same for strandbad og bassengbad, er desse typane bad så forskjellige at den praktiske gjennomføringa av kontrollen må bli ulik.

Dette skuldast m.a.:

I Vatnet i bassengbada blir desinfisert og pH-justert. Dette er ikkje tilfelle ved strandbada.

II Dei badande er viktigaste forureiningskjelda i bassengbad. Ved strandbad har forureininga frå dei badande mindre praktisk tyding. Det er ureine

utslepp eller tilsig som kan øydelegge strandbada. Naturlege tilhøve kan gjere visse strandområde ueigna som badeplassar, men i dei fleste tilfelle er det menneskeleg aktivitet som er årsak til dei uheldige påverknadane.

Her i landet finst det ikkje lover eller føresegner som konkret tek opp dei helsemessige tilhøva ved strandbad, men ein må rekne med at organiserte badeplassar generelt blir dekte gjennom Sunnhetslova (§ 3).

I kontrollen med strandbad må helseråda følgje dei kvalitetskrava til vatn for friluftsbad (strandbad) som er utarbeidde av Helsedirektoratet ved Sanitær-kjemisk avdeling, Statens Institutt for Folkehelse. (Tabell 1).

Når det gjeld bassengbad så ligg det føre spesielle føresegner: «Forskrifter for bassengbad» av 13. januar 1967.

Desse føresegnene er i 1978 under re- vurdering. Ei arbeidsgruppe er i arbeid, og i løpet av eit par års tid vil truleg nye føresegner sendast ut. Det er i skrivande stund uråd å seie om endringane blir omfattande eller små, men det er mogeleg at gjeldande krav til bassengbad (Tabell 2) snart blir endra.

Kjennskapen til kvalitetstilhøva i norske strandbad er framleis mangelfulle,

## A. Strandbad

Tabell 1. *Kvalitetskrav til vatn for friluftsbad (strandbad).*

Parameter	Eining	Krav til ferskvatn	Krav til saltvatn
E.coli	pr. 100 ml	< 50	< 50
Surleik	pH	5,0—9,0	7,0—8,3
Lukt	—	Ingen ubehageleg	Ingen ubehageleg
Smak	—	Ingen ubehageleg	
Siktetdjup	m	> 2—3	> 2—3
Fargetal	mg Pt/l	< 20—30	
Turbiditet	FTU	< 1	
Permanganattal	mg KMnO <sub>4</sub> /l	< 20—30	
Uestetiske tilhøve	—	Ingen	Ingen

Henta frå: Kvalitetskrav til vann. SIFF 1976.

men i følge SIFF bør dei oppsette kvalitetskrava vere realistiske og mogelege å nå her i landet. Krava som er gjevne vil føre til at tilhøva ved strandbada våre blir registrerte, noko som på sikt gjev grunnlag for å fastsetje, om mogeleg, betre og rettare kvalitetskrav. Fordi ein manglar eintydig kunnskap om samanhengen mellom førekomsten av infeksjonssjukdomar og bading i forureina vatn, er det uråd å fastsetje objektive grenseverdier. Det er difor ikkje einstydande med helseisiko eller fare å bade i vatn som ikkje tilfredsstillar alle dei oppsette kvalitetskrava. Kvalitetskrava er ikkje sette opp for å hindre ein så verdifull fritidsaktivitet som bading, men med dei vassressursane vi har her i landet bør det ikkje leggjast offentlege badeplassar til område som ikkje tilfredsstillar retningslinene som er gjevne. Kvalitetskrava skal heller vere ein spore til at forureina vatn blir rensa, enn at dei gjev rom for ei vidare forureining av resipientane. Det er klart at estetisk er det mest tilfredsstillande å bade i reint

vatn. Som ved andre hygiene fremjande tiltak i samfunnet bør kvaliteten på badevatnet vere best mogeleg. Det vil seie at grenseverdiene blir lagde på eit nivå det er mogeleg å oppnå dei fleste stadene i landet med rimelege tiltak på forureiningssida.

### Kommentar til kvalitetskrav for strandbad.

#### 1. Hygieniske krav

*Mikrobiologi:* Når *E.coli* er vald som indikator for den mikrobiologisk/hygiene kvaliteten av badevatn er det uttrykk for den vekten ein ved strandbad legg på sjukdomskim med fekal-oral smitteveg. Funn av *E.coli* indikerer at vatnet nyleg er forureina med avføring, slik at det kan innehalde sjukdomsframkallande mikroorganismar frå avføringa. Det er likevel velkjent at badevatn kan vere tydeleg fekal forureina utan at det synest å medføre helsemessig risiko å bade i det. Generelt må vi erkjenne til dels manglande viten om humanpatogene

mikroorganismars tilhøve i akvatiske miljø, forekomst, resistens og helserisiko i samband med bading i forureina vatn.

I ei rekke land blir *E.coli* brukt som mikrobiologisk kontroll-parameter, anten åleine eller saman med koliforme bakteriar, fekale streptokokkar, *Salmonella* og *Enterovirus*. Fordi vasskvaliteten varierer frå land til land, og fordi det er ulike meiningar om risikoen med å bade i forureina vatn, vil kvalitetskrava variere. Sverige nyttar både koliforme bakteriar og *E.coli* som indikatorbakteriar. Badevatn med eit *E.coli*-tal under 100 pr. 100 ml er av «tjänleg beskaffenhet». USA nyttar 200 og 400 *E.coli* pr. 100 ml som grenser. Rådet i EF har kome med direktiv om at minimumskrava for badevatn i medlemslanda skal vere 2000 *E.coli* pr. 100 ml, men det blir tilrådd ein grenseverdi på 100 *E.coli* pr. 100 ml dersom det er praktisk mogeleg. I Noreg er kravet sett til 50 *E.coli* pr. 100 ml, og for at kravet skal vere operasjonelt er det knytta til ein kontrollregel: *Kravet på <50 E.coli pr. 100 ml skal vere eit geometrisk middeltal for minst 5 prøver tatt ut i ein 30 dagers periode (i badesesongen), og kan berre overskridast med inntil 100% for høgst 10% av einskild-resultata.* (SIFF: Kvalitetskrav til vann).

Av det som er sagt ovanfor går det fram at bakteriologiske undersøkingar må utførast som seriar av prøver tatt ut over eit lengre tidsrom. Einskild-undersøkingar har svært avgrensa verdi.

Dei bakteriologiske resultata varierer innan vide grenser sjølv på dei plassane der tilførselen av kloakkforureiningar er nokonlunde konstante. Dette har delvis si årsak i prøvetakinga. Det er ikkje lett å ta ut representative prøver frå eit strandbad. Bakterietalet i vatnet kan variere mykje frå ein dag til ein annan,

og frå stad til stad, på grunn av ulike vind-, straum-, og nedbørstilhøve. Det er vanleg å ta ut prøvene på om lag 1 m djup på ein stad der vatnet er mellom 1,5 og 2 m djupt. Ved prøvetakinga nyttar ein gjerne to flasker pr. prøve. Desse skal fyllast på same tid og stad.

Ein bør vere merksam på at indikatorbakteriar kan hope seg opp i bøljeslagsona på badestrendene. Det er vist at talet på termostabile koliforme bakteriar kan vere langt høgare i sanden nær vasskanten enn i vatnet (NIVA, 1977). Desse funna kan kome til å spele ei rolle for den hygieniske kontrollen med badestrendene i framtida.

I tillegg til dei bakteriologiske undersøkingane på laboratoriet må det alltid utførast ein grundig inspeksjon i området. Ved inspeksjonen skal ein registrere eventuelle forureiningskjelder, og då spesielt tilførsel av kloakk eller utslepp frå industriverksemder som er av hygienisk tyding og som kan gjere området ueigna som badeplass. Inspeksjon er også viktig for å vurdere dei estetiske og sikkerhetsmessige tilhøva på staden, men meir om det seinare.

Skal ein kunne vurdere smittefaren ved bading i ureint vatn er det naudsynt å kjenne til storleiken på dei infeksjonsdosane som må til for å gje sjukdom. Generelt er inntaket av patogene mikroorganismar avhengig av konsentrasjonen i vatnet og den vassmengde som blir svelgd under badinga. Normalt reknar ein med at dette utgjer maksimum 50 ml. Den salte smaken på sjøvatn gjer at det i større grad enn ferskvatn blir spytt ut att når det kjem i munnen. Sjøvatn har likevel ikkje så vond smak at det alltid blir spytt ut, særleg ikkje av barn. Det er difor ikkje grunnlag for å lempe på dei hygieniske krava til sjø-

vatn. Det faktum at saltvatn virkar svakt baktericid tilseier heller strengare enn mildare krav for sjøvatn, fordi funn av indikatorbakteriar i sjøvatn indikerer ei ferskare fekal forureining enn tilsvarande i ferskvatn gjer.

*Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, Enteropatogene *E.coli* og *Mycobacterium tuberculosis* er blant dei bakteriane som teoretisk kan overførast med badevatn her i landet (sjå: Lassen/Omland). Av desse er det likevel berre eit par spesifikt humanpatogene salmonellaserotypar, *S.typhi* og *S.paratyphi A* som er så høginfektive at dei kan gje sjukdom etter inntak av små bakteriemengder. Infeksjonsdosane for dei andre bakteriane er så høge at ein ved bading her i landet knapt risikerer å få i seg så store dosar at det manifesterer seg i klinisk sjukdom. Dette gjeld i alle fall for vatn som ikkje er meir synleg forureina enn at det freistar til frivillig bading.

Når det gjeld virus veit ein mindre om førekomst, overlevingsevne og infeksjonsdosar enn tilfelle er med bakteriar. Vi har ennå ikke konkrete døme på badeinfeksjonar med virus ved strandbad, men det er ikkje dermed sagt at det ikkje førekjem. Visse virussjukdomar har så lang inkubasjonstid at når dei kliniske symptomata bryt ut er det vanskeleg å setje infeksjonen i samband med bading fleire veker tidlegare. Eit anna spørsmål er om bading i virusinfisert vatn kan resultere i latente infeksjonar som er med på å spreie virus.

Derimot er det kjent at det skal takast inn få egg eller cyster av humanpatogene parasittar før dei etablerer seg i tarmen. Einskilde parasittar har tykkvegga og tunge egg som sedimenterer raskt i stillestående vatn, cyster og bendelormledd flyt meir i vasskorpa. Generelt er parasitt-

egga og -cystene meir resistente i vatn enn tarmbakteriane og tarmvirus, men med dei røynslene ein har i dag synest det tilstrekkeleg å bruke *E.coli* som einaste parameter på den mikrobiologiske og parasittologiske kvaliteten på badevatn.

Ein skal likevel vere merksam på *Naegleria gruberi*, ei amøbe som lever fritt i jord og vatn («free living amoebas»). Denne amøba kan parasittere hos menneske, og er då årsak til purulent meningo-encephalitis (hjerne- og hjernehinnebetennelse). Infeksjonen skjer oftast under bading i ferskvatn ved inhalasjon av infisert vatn gjennom nasehola. Amøba invaderer naseslimhinna og følgjer luktenerva til hjernehinne og hjerne (Adam et al., 1971). *Naegleria meningoencephalitis* er ikkje isolert i Norden, men mellom anna frå Mellom-Europa. Fordi ein stundom har hjerne- og hjernehinnebetennelse utan isolasjon av bakteriar eller virus, er det mogeleg at denne amøba er blitt oversett, og at *Naegleria* er årsak til einskilde sjukdomstilfelle også her i landet.

Hjerne- og hjernehinnebetennelse er teken med i denne oversikta fordi det er ein av de få alvorlege sjukdomane som blir sette i samband med bading. Ein ser då bort frå tropefenomen som bilharziose og liknande.

Dei mest vanlege sjukdomane ved bading er infeksjonar i slimhinner (i auge, øyre, svelg og biholer) og i sår og rifter i huda. Slike infeksjonar er mogelege fordi hudoverflata og slimhinnene blir eksponerte for mikrofloaren i badevatnet. Amerikanske undersøkingar (Stevenson, 1953) viser at 60% av alle badeinfeksjonar er infeksjonar i øyre, auge og svelg, om lag 20% er tarminfeksjonar, medan hudinfeksjonar utgjer mesteparten

av dei resterande 20%. Det er særleg frå dårleg passa bassengbad at det er registrert mange utbrot av infeksjonar i øyre og svelg. Ved strandbad kan overvekt av slike infeksjonar hos dei badande berre registrerast på eit statistisk grunnlag. Bakteriar som særleg blir isolerte er: pneumokokkar, hemolytiske streptokokkar, staphylokokkar, hemophilous- og pseudomonasartar. Desse bakteriane skriv seg ikkje alltid frå badevatnet. Dei fleste badeinfeksjonane som er lokaliserte til svelg og biholer er autoinfeksjonar. Med det forstår ein at sjukdomen ikkje skuldast agens frå badevatnet, men at agens som er tilstades i organismen utnyttar den resistensnedsetjinga som badinga og avkjølinga kan føre til.

Sårinfeksjonar i samband med bading er neppe autoinfeksjonar. Bakteriar som har interesse i samband med sårinfeksjonar er særleg *Staphylococcus aureus*, pyogene streptokokkar, *Proteus*, *Pseudomonas aeruginosa* og visse vibrio- og mykobakterieartar, men det er ikkje haldepunkt for at dei har same tyding ved strandbad som dei kan ha i bassengbad.

*pH*: I ferskvatn skal pH ligge i området 5,0—9,0, og i saltvatn mellom 7,0 og 8,3. Desse krava er sette for å unngå augeirritasjonar. Tårevæske har ein pH på 7,4 og høg bufferkapasitet. Men blir denne brukt opp slik at pH endrar seg med 0,1 pH-eining, eller meir, kan det medføre plager. Di større bufferkapasiteten i badevatnet er, di snevrare bør det tilrådde pH-området vere. Her i landet har overflatevatn generelt liten bufferkapasitet. Dette gjer at pH i ferskvatn kan variere innanfor eit større område enn i sjøvatn og brakkvatn der bufferkapasiteten er større.

*Lukt og smak*: Lukt og smak er lite spesifikke parametarar som krev ei sub-

jektiv vurdering. For å få eit representativt uttrykk for desse kvalitetane bør fleire (dei badande) trekkast med i vurderinga.

## 2. Estetiske krav:

Det bør leggjast stor vekt på estetiske tilhøve ved badeplassen, fordi dei i høg grad er avgjerande for trivselen og utbyttet av badet.

Dei estetiske tilhøva fortel ofte mykje om dei påverknadene vassførekomsten er utsett for. Eit badevatn kan ikkje karakteriserast som tilfredsstillande dersom det er merkbart påverka av flytestoff, uønskete botnavleringar, suspendert materiale, uønskt farge, lukt og smak og uønskt akvatisk liv. Ein inspeksjon av området vil best avsløre slike foreiningar som kan vere alt frå skrot, plast og glasskår til oljesøl og massiv algeoppvekst.

Laboratorieundersøkingar som fargetal, permanganantal og turbiditet gjev resultat som er av nytte både ved vurderinga av dei estetiske og sikkerhetsmessige tilhøva på badeplassen.

## 3. Sikkerhetsmessige krav:

Siktedjupet i badevatn bør vere minst 2—3 m. Dårlig sikt i vatnet gjer det vanskeleg å finne personar som av ein eller annan grunn har gått til botnar og held på å drukne. For å oppnå eit siktedjup på 2—3 m i ferskvatn må dei krava som er sette til fargetal, permanganantal og turbiditet vere oppfylte.

Tilsvarande relasjonar for saltvatn er ukjende.

## Analysemetodar:

Det er naturleg å bruke Norsk Standard, NS 4751: «Metoder for bakteriologisk undersøkelse av drikkevann», ved

den bakteriologisk/hygieniske kontrollen av badevatn. Dette fører til at *termotabile koliforme bakteriar* og ikkje *E.coli* blir mikrobiologisk parameter. Dette

endrar likevel ikkje vurderinga av resultat. Også ved dei kjemisk/fysikalske undersøkingane bør Norsk Standard-metodar nyttast:

pH:	NS 4720,	«Vannundersøkelse. Måling av pH».
Farge:	NS 4722,	«Vannundersøkelse. Bestemmelse av fargetall».
Turbiditet:	NS 4723,	«Vannundersøkelse. Nefelometrisk bestemmelse av turbiditet».
Permangantattal:	NS 4732,	«Vannundersøkelse. Bestemmelse av permanganattall».

Siktedjupet blir målt ved hjelp av ei Secchi skive. Dette er ei kvitmåla skive med ein diameter på 25 cm. Skiva blir senka varsamt ned i vatnet ved hjelp av eit snøre. Når skiva ikkje lenger er synleg blir ho løfta opp att til ho så vidt kjem i syn. Avstanden frå vassflata til skiva er då lik siktedjupet.

#### B. Bassengbad

I «Forskrifter for bassengbad» av 13. januar 1967 har Sosialdepartementet fastsett krav for offentlig tilgjengelege innandørs og utandørs bassengbad. Utfyllande reglar er gjevne i Rundskriv nr. 12/67, H5.

Krava til bassengvatnet er oppførde i tabell 2:

Tabell 2. *Kvalitetskrav til bassengvatn.*

Parameter	Eining	Krav
Farge		Ufarga
Turbiditet		Klårt
Fri klor	mg/l	> 0,3 ved utløpet av bassenget
Surleik	pH	7,2—8,5

Målingar av fri klor og pH skal utførast minst 2 gonger dagleg når bassenget er i bruk, og verdiane skal til kvar tid vere i samsvar med krava. Den som er ansvarleg for bassengbadet skal oppgi til helserådet kven som er utpeika til å utføre den daglege kontrollen på anlegget. Analyseresultata, samen med dato og klokkeslett, skal førast inn i eigen protokoll. Denne protokollen kan kontrollerast

av helserådet. Helserådet kan og kreve utført dei bakteriologiske undersøkingane som det finn naudsynt.

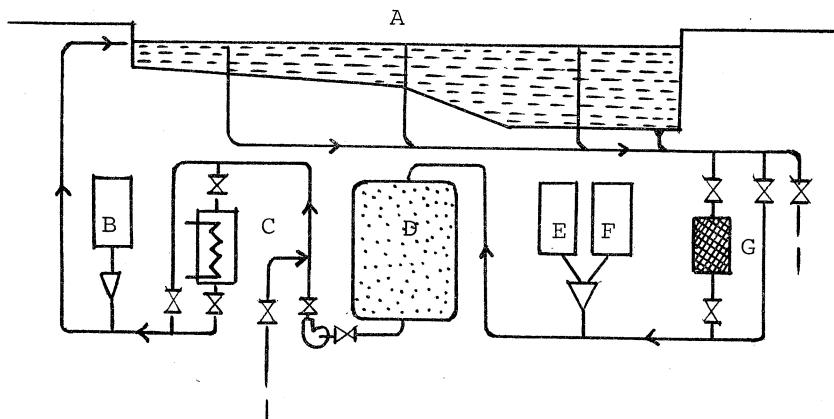
#### Kommentar til kvalitetskrava for bassengbadevatn.

##### 1. Farge og turbiditet.

Når bassenget er i bruk blir organisk stoff tilført badevatnet kontinuerleg. Dette

krev ei kontinuerleg rensing av vatnet om det ikkje skal bli grumset og ueigna som badevatn. Rensinga skjer ved ein kontinuerleg filtrering av den sirkulerande vassmassen. Fig. 1).

Figur 1. Skjematisk framstilling av eit bassengbadanlegg.



- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| A. Basseng      | E. Soda               |
| B. Klor         | F. Koaguleringsmiddel |
| C. Varmeelement | G. Hårfilter          |
| D. Filter       |                       |

Vatnet frå bassenget passerer først eit hårfilter. Dette er ein sil der grovare partiklar blir haldne tilbake. Like etter hårfilteret blir det i visse anlegg (anlegg med sandfilter) tilsett fellingsmiddel (koaguleringsmiddel). Fellingsmiddelet, som oftast er aluminiumsulfat ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ), gjer at små partiklar og oppløyste stoff klumpar seg saman i større og større fnokkar. Desse fnokkane blir fanga opp i sjølve filteret som no følgjer. Dette kan vere utforma på ulike vis, m.a.

som eit ope eller lukka sandfilter. Utan kjemisk felling ville kolloidale partiklar og oppløyste stoff passere sandfilteret og etter kvart gjere vatnet grått og blakka.

I føresegnene er det krav om at heile vassvolumet i bassenget skal kunne rensast (sirkulere) i løpet av følgjande tider:

6 timar for små anlegg med moderat belastning.

4 timar for små anlegg med sterk belastning.

8 timar for store anlegg med moderat belastning.

6 timar for store anlegg med sterk belastning.

Dei fleste bassenga er i dag så sterkt utnyttat at anlegga bør ha kapasitet for å tilfredsstille dei strengaste krava. Førsegnene krev at vatnet alltid skal sirkulere når bassenget er i bruk, og det er ei forutsetning at renseanlegget også er i drift om natta.

Tette filter vil setje ned sirkulasjonen og redusere rensinga av vatnet. Filteret

må difor gjerast reint med jamne mellomrom. Det blir gjort ved returspyling av vatn frå botnen av filteret. Spylevatnet med forureiningane blir sendt rett i kloakken.

Ved å innføre ordensreglar som krev at folk dusjar før dei går i bassenget blir belastninga på vatnet og renseanlegget redusert.

Badebelastninga kan uttrykkast ved hjelp av omgrepa *spesifikk badebelastning* eller *spesifikk sirkulasjonsmengde*.

$$\text{Spesifikk badebelastning} = \frac{\text{talet på badande pr. dag}}{\text{m}^3 \text{ sirkulerande vassmengde pr. dag.}}$$

Spesifikk sirkulasjonsmengde er den resiproke verdien av spesifikk badebelastning, og er altså eit tal for kor mange m<sup>3</sup> vatn som sirkulerer for kvar badande pr. dag.

Med den røynsle ein har i dag tyder det på at spesifikk badebelastning ikkje bør overstige 0,5 (d.v.s. spesifikk sirkulasjonsmengde > 2).

I periodar med mykje krimsjuke blant folk kan det samle seg ein del slim på overflata av vatnet. Hudfeitt og hårfeitt kan også legge seg som ei hinne på vatnet. Ved å fylle bassenget godt opp slik at ein del overflatevatn går over i skvalperennene, blir denne overflateforureininga redusert.

## 2. Klorering — desinfeksjon.

Klor er det desinfeksjonsmidlet som blir tilsett badevatnet for å drepe eller redusere tilførde bakteriar og virus. Klor er eit sterkt oksydasjonsmiddel som gjer

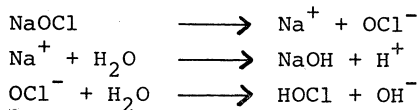
at det i tillegg til den desinfiserande evna også kan oksydere og bryte ned ein del organisk stoff. Dette kan vere sveitte, urin, spytt, flytingar frå nase o.l. Det kan difor seiast at kloreringa også er med på å rense badevatnet. Men det må likevel vere heilt klårt at sjølve rensinga av vatnet er det renseanlegget som skal ta seg av. Er renseanlegget dårleg kan ikkje vatnet haldast tilfredsstillande reint sjølv med store mengder klor.

Klor blir tilsett badevatnet etter at det har passert filteret. Det er anten klorgass (Cl<sub>2</sub>) eller hypokloritt (Na OCl eller Ca(OCl)<sub>2</sub>) som blir brukt. Klogassanlegga er rimelege i drift, men anleggskostnadene er så store at dei berre er aktuelle i store symjehallar. Det er berre klogass og hypokloritt som er godkjende desinfeksjonsmiddel for badevatn her i landet. I utlandet blir m.a. brom og jodoforar brukte ved sida av klor.

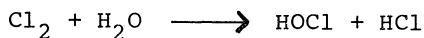
Når natriumhypokloritt blir tilsett vat-



net vil det dissosiere og reagere med vatn slik at underklorsyring (HOCl) blir danna:



Samstundes med at underklorsyring blir danna, stig pH på grunn av danna natronlut (NaOH). Blir klorgass brukt i staden for hypokloritt, vil pH sige som ei følgje av danna saltsyre (HCl):



Meir viktig er likevel at HOCl blir danna, anten det blir brukt klorgass eller hypokloritt, og at det i vatnet innstiller seg ei jamvekt mellom udissosiert og dissosiert underklorsyring:



Denne likevekta er heilt avhengig av pH, og fordi hypokloritionen (OCl<sup>-</sup>) praktisk talt ikkje har desinfiserande verknad, blir pH i høg grad avgjerande for verknaden av kloreringa. Meir om dette under avsnittet om pH.

Ultrafiolett ljøs bryt ned klorsambindingane. Det går difor med større mengder klor i utandørs enn i innandørs bassengbad. Leverandørfirma har tilrådd privatfolk å bruke klorcyanurat (klor + cyanursyre) i utandørs bassengbad for å motvirke nedbrytinga av solljoset. Det er ikkje tillatt å bruke klorcyanurat i offentlege utandørsbad.

*Klorforbruk:* Sambindingar som lar seg oksydere i vatnet blir oksyderte av underklorsyring og hypoklorittion. HOCl og OCl<sup>-</sup> blir dermed reduserte. Ved ein fullstendig reduksjon blir det danna klo-

rid som er utan desinfiserande evne. Oksyderbare sambindingar vil difor redusere effekten av klor i vatnet.

*Bunde klor — kloramin:* Badevatnet blir alltid tilført nitrogenhaldige sambindingar frå dei badande. Undersøkingar på urinstoff tyder på at kvar badegjest tilfører vatnet minst 50 ml urin. Så lenge det finst nitrogenhaldige sambindingar i vatnet vil *kloroverskotet (tilsett klor ÷ klorforbruk)* binde seg til desse og danne ulike kloramin.

Klor som har reagert på denne måten blir også kalla *bunde klor*. Kloramina er meir stabile enn underklorsyring, men med langt mindre desinfiserande evne. Monokloramin har t.d. berre 1/30 av effekten til underklorsyring. Kloramina er uønskte i badevatn fordi dei har ei gjennomtrengande og ubehageleg klorlukkt og fordi dei virkar irriterande på slimhinnene, særleg i augo. Når det blir klaga over klorlukkt og augeirritasjon i bassengbada, skuldast dette i mange tilfelle for høgt innhald av kloramin. Det er difor viktig å halde konsentrasjonen av bunde klor (kloramin) så låg som mogeleg, og helst ikkje over 0,5—1,0 mg/l. I ei rekke land er det fastsett maksimalgrenser for nitrogensambindingar i bassengvatnet, eller spesifikke krav til kloramininnhaldet. Kloraminkonsentrasjonen kan redusert ved a) utskifting av vatn, b) knekkpunktlorering (sjå nedanfor) og c) effektiv rensing (filtrering).

*Fritt klor* er summen av ubunden underklorsyring og hypoklorittion. Det er fritt klor som i praksis er avgjerande for desinfeksjon av badevatnet. Når føresegnene krev minst 0,3 mg fritt klor/l ved utløpet av bassenget, må konsentrasjonen ved innløpet vere høgare. Rimelege mengder fritt klor generer i praksis

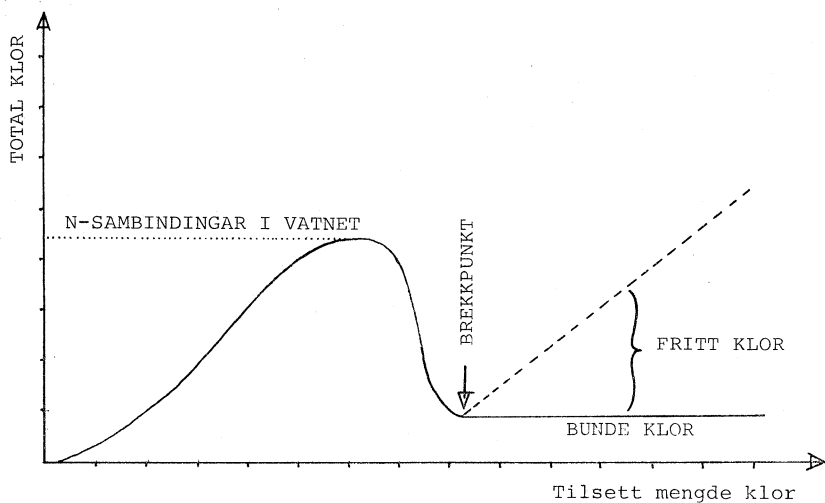
sjeldan dei badande, men vi saknar likevel i dag ei øvre grense. Omkring 1,5 p.p.m. fritt klor synest vere ein høveleg maksimalverdi.

Total klor er summen av bunde klor og fritt klor.

$$\begin{aligned} & \text{Fritt klor} \quad \text{HOCl} + \text{OCl}^- \\ & + \text{bunde klor (kloramin)} \\ & = \text{Total klor} \end{aligned}$$

*Knekkpunktklorering:* Kontinuerleg tilførsel av klor til badevatn fører til ei jamn stigning av bunde klor så lenge der er nitrogensambindingar å reagere med. I byrjinga er det særleg monokloramin ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ) som blir danna (Fig. 2 Knekkpunktklorering), og alt kloroverskotet er bunde klor. Ved ei vidare klorstilsetjing blir det danna dikloramin ( $\text{NHCl}_2$ ) ved at klor reagerer med monokloramin som alt er danna.

Figur 2. BREKKPUNKTKLORERING



Tilført klor går så med til ei oksydativ nedbryting av sambindingane slik at mengda av bunde klor blir redusert. Det er særleg sambindingane av ammoniakk og urinstoff som blir brotne ned. Andre nitrogensambindingar kan vere meir stabile og let seg vanskeleg oksydere. Reduksjon av bunde klor held fram til vektforholdet mellom klor og ammoniakk-nitrogen er om lag 10:1. Då er det nådd

eit minimum som blir kalle knekkpunktet. Når knekkpunktet er nådd vil konsentrasjonen av fri klor stige i takt med klorstilsetjinga.

Fordi føresegnene krev fritt klor i badevatnet, og fordi vi ønskjer eit klårt vatn med minst mogeleg bunde klor skal vi knekkpunktklorere. I praksis skjer det samstundes ei nedbryting og danning av bunde klor. Dette skjer fordi nedbrytinga

er ein langsam prosess, og fordi vatnet stendig blir tilført nitrogensambindingar. Figuren som viser knekkpunktklorering (Fig. 2) gjev difor ikkje eit heilt rett bilete av det som skjer. Det blir difor hevda at det er rettare å nytte uttrykket *klorering til høgt fritt kloroverskot* enn å tale om eigentleg knekkpunktklorering. Når fritt klor utgjer minst 80% av det totale kloroverskotet talar ein om klorering til høgt fritt kloroverskot.

Kor mykje klor som skal til for å kome over knekkpunktet (høgt fritt kloroverskot) er avhengig av badebelastninga og funksjonen og kapasiteten til renseanlegget. Dersom det i ein periode ikkje blir klorert tilstrekkeleg, vil det kunne byggje seg opp mykje bunde klor i vatnet. Dette kan ein i praksis sikre seg mot ved at ein regelmessig, t.d. ei gong i veka, aukar klormengda med frå 1,5—4,5 mg/l over det vanlege klornivået. Dette blir gjort ved å helle konsentrert hypoklorittløysing direkte i bassenget, anten ein kveld etter at badinga er slutt, eller før ei helg bassenget ikkje skal brukast. Mykje av den ekstra klormengda forsvinn i løpet av natta eller helga, men dersom det er naudsynt kan konsentrasjonen reduserast ved å

- a) skifte ut ein del vatn
- b) nøytralisere med natriumtiosulfat.

Med lite bunde klor i vatnet og passeleg høg pH kan konsentrasjonen av fri klor vere relativt høg utan at det medfører plager.

*Sjokk-klorering* er klorering til over 10 mg fri klor/l. Slikt vatn er ueigna badevatn. Det kan vere naudsynt å sjokk-klorere ein gong i blant for å drepe spesielt klorresistente bakteriar (*Mycobacterium marinum*).

### 3. pH:

Sambindingar som blir tilførde vatnet i samband med kjemisk felling og klorering kan virke inn på pH:

Hypokloritt	—	hevar pH
Klorgass	—	senkar pH
Aluminiumsulfat	—	senkar pH

Til å regulere pH blir følgjande stoff brukte:

- a) Kalsinert soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )  
— hevar pH
- b) Saltsyre (HCl) — senkar pH
- c) Natriumhydrogensulfat ( $\text{NaHSO}_4$ )  
— senkar pH

I føresegnene står det at pH skal haldast mellom 7,2 og 8,5. Dette er eit intervall som med fordel kan snevrast inn. Ved fastsetjinga av pH-intervallet må ein ta omsyn til

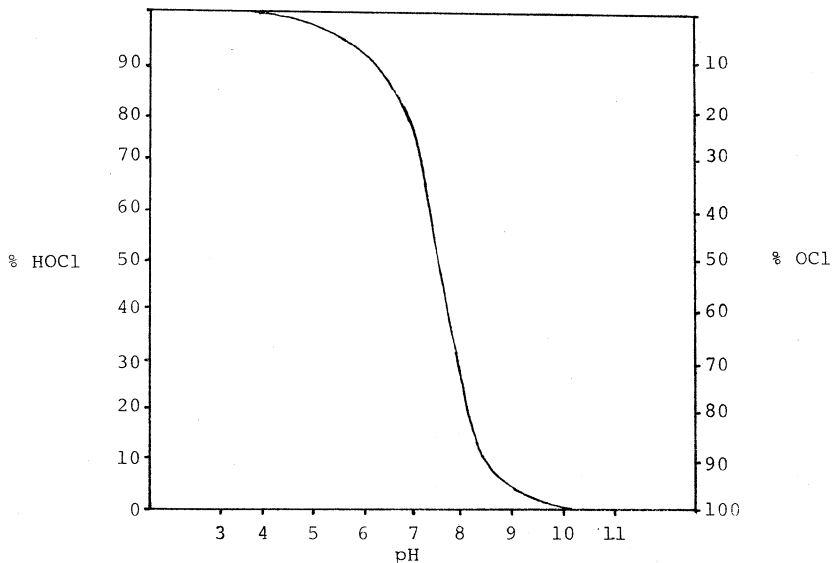
- a) Slimhinneirritasjon.
- b) Desinfiserande verknad av klor.
- c) Effekten av kjemisk felling.

Av omsyn til dei badande bør badevatnet vere svakt alkalisk. Dersom pH kjem under 7,2 vil klor virke irriterande på slimhinnene, og det er og større fare for korrosjon på anlegget. Låg pH i klorert vatn vil kunne gje liknande plager som høg kloraminkonsentrasjon. Dersom pH stiger over 7,6 vil det kunne oppstå vanskar med den kjemiske fellinga. Det er viktig at fellinga går føre seg under optimale tilhøve. Elles er det fare for at litt fellingsmiddel (aluminiumsulfat,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) passerer filteret og kjem ut i bassenget. Dette er uheldig fordi aluminiumsulfat kan gje augeirritasjonar hos dei som badar. I tillegg vil det kunne føre

til etterfelling i bassenget, slik at resultatet blir grumset vatn og botnfelling. Aluminium er difor ein aktuell parameter i kontrollen av badevatn. Den desinfiserande verknaden av fri klor blir og dårlegare ved høg pH, fordi storparten av underklorsyrtingen vil dissosiere (Fig.

3). Dissosiert underklorsyrting ( $\text{OCI}^-$ ) er ein del av den frie klor i badevatnet, men er praktisk talt utan desinfiserande effekt. *Det er mengda av udisosiert underklorsyrting ( $\text{HOCl}$ ) og ikkje den totale mengde fri klor som er avgjerande for desinfeksjonsevna.*

Fig. 3: DISSOSIERING AV UNDERKLORSYRLING



Ved pH 7,2 (nedre pH-grense for bassengvatn) er om lag 60% udisosiert, ved pH 8,5 (øvre pH-grense) berre knapt 10%. Dette fører til at ved pH 8,5 krevst det 10 gonger så mykje fri klor som ved pH 7,5 for å få den same bakteriedrepande effekten.

Kravet til pH må difor fastsetjast ved eit kompromis der ein tek omsyn til slimhinneirritasjon, felling og desinfeksjon. Det synest mest ønskeleg om pH blir regulert til området pH 7,2—7,6.

Innan dette snevre området vil det vere mogeleg å halde på ei fast fri klormengde (t.d. minst 0,3 p.p.m.). Dersom pH får variere meir kan det bli naudsynt å gradere kravet til fri klor etter den pH badevatnet har.

Anlegg med magnoklorfilter står i ei særstilling fordi vatnet ikkje skal pH-justerast. Det må heller ikkje nyttast kjemisk felling. Filtermassa i slike anlegg er brent dolomitt som er kjemisk aktiv og samansett av kalsium- og magnesium-

sambindingar. Når badevatnet sirkulerer gjennom filteret får det ein pH på om lag 9,5 utan at soda eller andre pH-regulerande stoff er tilsette. Ei kunstig regulering av pH ved tilsetjing av saltsyre eller natriumhydrogensulfat vil raskt øydelegge filteret. Magnokloranlegga har patent på ein rensemetode der ein kombinerer bruken av dolomittfilter med knekkpunktklorering. Då «Forskrifter for bassengbad» kom i 1967 var det omlag 80 magnokloranlegg i Noreg. Fordi pH i desse anlegga er i strid med føresegnene er det ikkje bygt fleire anlegg av dette slaget. På grunn av den høge pH bør klormengda vere høgare enn i andre anlegg.

#### 4. Mikrobiologi

Forureiningane i eit badebasseng skriv seg særleg frå dei badande. Ved intensiv bruk må ein alltid rekne med at badevatnet blir tilført patogene smittestoff frå huda, nase/svelg og tarmen. Udesinfisert eller inadekvat rensa og desinfisert vatn vil difor vere eit potensielt smitte-reservoar for dei badande.

Dersom krava i «Forskrifter for bassengbad» blir oppfylte rekner ein med eit snarleg drap av dei mest vanlege sjukdomsframkallande mikroorganismane. Dette fører til at rutinemässig kontroll av bassengbadevatn i stor grad blir ein kontroll av kjemiske og fysikalske parametar. Mikrobiologiske undersøkingar er, eventuelt, berre aktuelle som stikkprøver eller i samband med konkrete problem.

Kimtalet vil generelt vere lågt i tilstrekkeleg rensa og desinfisert badevatn, men vil stige ved overbelastning og mangelfull klorering. I praksis vil det innstille seg ei jamvekt mellom tilførselen og oppveksten av kim på den eine

sida, og kimdrapet på den andre sida. Det er difor eit mål for den bakteriologiske kontrollen å slå fast kva nivå denne jamvekta ligg på, og sjå etter at ho ikkje endrar seg i uheldig retning som ei følge av svikt i drifta, eller overbelastning av anlegget.

Det er likevel eit faktum at ulike bakterie- og virusartar toler svært ulike konsentrasjonar av klor. Dette kan føre til ein seleksjon av mikroorganismar i bassengvatnet. Når kloreringa skjer etter føresegnene blir dei fleste mikrobane raskt drepne. Men det finst artar som kan overleve relativt lenge. Berre i heilt spesielle tilfelle kan einskilde bakteriar eller stammer vekse og formeire seg i bassenget.

Frå ein helsemessig synsstad er det dei sjukdomsframkallande bakteriane som også er klorresistente som er av størst interesse. Det er difor *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* og *Mycobacterium marinum* som i første rekke er aktuelle ved den bakteriologisk/hygieniske kontrollen med bassengbadevatn.

*Staphylococcus aureus* er relativt klorresistent, og den vanlegaste årsaka til sårinfeksjonar. Bakterien kan også gje sinusitt (biholebetennelse). *Staphylococcus aureus* blir isolert frå menneskehud i 4—44% av undersøkte prøver, og endå oftare frå nase-svelgregionen. (Angelotti, 1969). Det er difor gitt at bakterien blir tilført badevatnet, og det er heller ikkje uvanleg at han blir påvist derifrå. Det er ikkje berre klorresistensen som gjer at *Staphylococcus aureus* overlever relativt lenge i klorert badevatn. Når bakterien blir skild ut med spytt og naseflod er han i ei viss grad verna mot klorpåverknad.

Også streptokokkane er relativt klorresistente.

*Pseudomonas aeruginosa* er klorresistent. Det er mange tilfelle av massiv oppvekst at denne bakterien i bassengbad, også her i landet. Bakterien er den vanligaste årsaka til otitt (øyrebetennelse) i samband med bading, og kan også gje infeksjonar i auge, sår og tarm. Andre pseudomonasartar enn *Ps.aeruginosa* er og isolerte frå otitttilfelle.

*Mycobakterium marinum* (tidlegare: *M.balnei*) er som dei andre mykobakteriane svært resistent overfor klor. Det er nødvendig med klorkonsentrasjonar på 10 mg/l (sjokk-klorering) for å drepe *Mycobacterium marinum*. Bakterien er påvist ei rekke gonger frå norske og utenlandske bassengbad. Her i landet er han berre påvist i bad med tilførsel av sjøvatn. Han blir og kalla *symjehallbakterien*. *Mycobacterium marinum* gjev infeksjonar som kan forårsake uspesifikke tuberkulinreaksjonar, slik at det skaper vanskar for diagnostiseringa av human tuberkulose. I utlandet er det beskrive ei rekke tilfelle der bakterien har gitt hudgranulom («Swimming pool granuloma») hos menneske, særleg hos barn og ungdom. Symjebadgranulom er og påvist her i landet (Svindland, 1969). Granuloma er kroniske betennelsar i huden, særleg lokaliserte til albogar, men kan og finnast på kne, føter, fingrar og tær. Granuloma kan ulcerere og viser histologisk eit tuberkuloid bilete. Infeksjonen skjer oftast gjennom sår eller rifter (skrubbsår) i huden. Helsinga skjer spontant, men krev lang tid.

*Koliforme bakteriar* og dei vanlege sjukdomsfremkallande gram negative tarmbakteriane høyrer med til dei mest klorfølsame mikrobane. Desse bakteriane blir raskt drepne i forskriftsmessig klorert vatn.

*Virus* kan vere klorresistente. Resistenzen overfor ei viss klormengde aukar med stigande mengde organisk stoff i vatnet. Tarmvirus som enterovirus, adenovirus og reovirus blir tilførde badevatnet. Også parainfluenzavirus er isolert frå utilstrekkeleg desinfisert badevatn. Helsemessig tyding i bassengbad er usikker.

*Sopp*. Bad og badevatn får ofte skulda for overføring av fotsopp. Det er også kjent at fotsopp (*Trichophyton mentagraphytes*) greier seg godt i klorpåvirka miljø. Men det er lite truleg at folk blir infiserte i sjølve bassengvatnet. Smittefaren synest større på infiserte og fuktige golv i anlegget. I det heile har vekstfaktorane mykje å seie for om fotsoppen kan utvikle seg eller ikkje. Særleg er det faktorar som stendig fuktige føter og oppbløyting og utvasking av huden som gjev «fotfeste» for soppen.

#### **Analysemetodar.**

*Farge og turbiditet*. Krava om at badevatnet skal vere klårt og ufarga er lite konkrete. I rundskriv nr. 12/67 er følgjande kontrollmetode tilrådd: Ein 25-øring skal sleppast ned på 2 meters djup. Dersom mynten er tydeleg synleg er vatnet av tilfredsstillande kvalitet med omsyn til farge og turbiditet. Ein får håpe at det snart blir slutt på denne myntprøva. I praksis bør det gripast inn før vatnet er så grumset at mynten forsvinn på 2 meters djup. Det burde vere eit generelt krav at vatnet er så klårt at botnen i den djupaste delen av bassenget alltid er tydeleg synleg. Vidare bør det kome spesielle krav til turbiditeten i badevatnet, målt ved nefelometrisk metode.

Dersom det er drikkevatt som kjem inn på anlegget er det mindre aktuelt å

ha eit talmessig krav for farge, slik det er gitt i kvalitetskrava for strandbad. Objektive mål bør likevel kome.

*Klor.* I rundskriv nr. 12/67 er det tilrådd å bruke ortho-tolidinmetoden for måling av fritt og bunde klor. Dette er ingen velegna målemetode. Reagenset er karcinogent, og sjølv om innhaldet av fritt klor blir målt straks, vil litt bunde klor bli frigitt og målt som fri klor. Påvisningsgrensa for denne metoden er 0,3 mg/l og feilgrensa er heile  $\pm 0,275$  mg/l. Blir denne metoden likevel brukt vil ein tilrå at prøva blir kjølt ned mot 0°C før måling av fri klor. Då går frigjevinga av klor seinare og måleresultatet blir meir korrekt. Bunde klor skal målast i ei prøve som ikkje er nedkjølt.

Ein betre metode for måling av fritt og bunde klor er kolorimetrisk bestemmelse etter DPD-metoden (Diaethyl-p-phenylendiamin) (Höll, 1970). Denne metoden gjev tilfredsstillande resultat ved avlesing i Helliges komparator, når klor-konsentrasjonen ligg i området frå 0,1 til 4 mg/l. Ulempa med DPD-metoden er at han ikkje kan nyttast i sjøvatn (p.g.a. jodinnhaldet) og at metoden taper seg når pH kjem over 8,0.

*pH.* Den tilrådde målemetoden for pH ved hjelp av to fargeindikatorar er altfor unøyaktig og gamaldags. Målinga bør skje potensiometrisk med pH-meter etter Norsk Standard-metode 4720: «Vannundersøkelse. Måling av pH».

*Mikrobiologi.* Undersøkingane skal gje eit bilete av den bakteriologisk/hygie-

niske stauts i badevatnet i den augenblikken prøva blir tatt ut. Det er difor naudsynt å nøytralisere kloroverskotet med tiosulfat.

Kimtalsundersøkinga skal vise om kimtalet ligg på eit konstant og rimeleg lågt nivå. Det synest nærliggande å bruke innstøyping i kimtalsagar. Dette er ein tilrådd metode i Norsk Standard 4751: «Vannundersøkelse. Metoder for bakteriologisk undersøkelse av drikkevann». Men fordi bakteriane i bassengvatnet særleg skriv seg frå dei badande, eller er eit resultat av oppformering i bassenget, bør ein støype inn parallelle prøver og inkubere den eine parallellen ved 20°C, den andre ved 37°C.

Patogene bakteriar er uønskte i badevatn sjølv i små konsentrasjonar. Dette medfører at store vassmengder bør inngå i undersøkingane. Membranfiltermetoden bør brukast ved analysar av *Staphylococcus aureus* og *Pseudomonas aeroginosa*. Standard Methods (American Public Health Association, 1976) oppgjev Chapman-Stone agar som høveleg medium for *S.aureus* og M-PA-agar for *Ps.aeroginosa*.

Løwensteins medium blir brukt til dyrking av *Mycobacterium marinum*. På SIFF har dei røynsle for at bakterien er lettast å finne i slam frå spylevatn frå filteret. Undersøkinga krev ei forbehandling og ei konsentrering av prøva som er både arbeidssam og tidkrevande. Nærare beskrivelse er gitt i: «Svømmehallshygiene og mykobakterier» av Eilertsen, Gangsaas og Hopen.

## LITTERATUR:

- Adam, K. M. G., Paul, J., Zaman, V.:* Medical and Veterinary Protozoology. Churchill Livingstone, Edinburgh and London 1971.
- American Public Health Association:* Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14th. ed. 1975, Washington 1976, 1193 s.
- Angelotti, A.:* Staphylococcal intoxications. In: Food borne infections and intoxications, ed: Riemann, H. Academic Press 1969.
- Eilertsen, E., Gangsaas, H. A. og Hopen, S.:* Svømmehallshygiene og mykobakterier. T. norske Lægeforen. 1968, 88, 1333—1337.
- Forslund, J.:* Kloraminer i svømmebade. Vand, Maj 1973, 26—32.
- Gustavsen, S.:* Badevannskjemi. Foredrag (u.s.u.å.) 11 bl.
- Gustavsen, S.:* Bassengbad og renseanlegg. Konstruksjon og prinsipper. Foredrag (u.s. u.å.) 10 bl.
- Gustavsen, S.:* Måling av pH og fritt klor i bassengvann. Notat (u.s. u.å.). 3 bl.
- Höll, K.:* Wasser. Untersuchung — Beurteilung — Aufbereitung — Chemie — Bacteriologie — Biologie. Fünfte auflage. Walter de Gruyter, Berlin 1970. 423 s.
- Krongaard-Kristensen, K.:* Vandhygiejne, foreliggende viden og forskningsbehov. Rapport til Vandkvalitetsinstituttet, Danmark 1974, 293 s.
- Kungl. Medicinalstyrelsen, Sverige:* Bakteriologiska vattenundersökningar. Kungl. Medicinalstyrelsen. Meddelanden Nr. 112 (1966), 3 s.
- Miljøstyrelsen, Danmark:* Kontrol med badevand. Miljøstyrelsen. Vejledning nr. 1/78 (1978) flere pag.
- Miljøstyrelsen, Danmark:* Svømmebassiner. Hygiejniske og sikkerhedsmæssige krav til svømmeanlæg. Miljøstyrelsen. Vejledning nr. 5/74 (1974) 54 s.
- Norges Standardiseringsforbund:* Norsk Standardmetoder (NS) 4720, 4722, 4723, 4732, 4751.
- Norsk Institutt for vannforskning:* NIVA forprosjekt XB-21. Hygieniske forhold i vann og sedimenter på badeplasser. NIVA, Blindern 1977.
- Sosialdepartementet, Helsedirektoratet:* Forskrifter for bassengbad. Sosialdepartementet, Helsedirektoratet. Rundskriv nr. 12/67 H5, 8 s.
- Sosialdepartementet, Helsedirektoratet ved Sanitær-kjemisk avdeling, Statens institutt for folkehelse:* Kvalitetskrav til vann. Drikkevann — Vann for omsetning — Badevann. Ny rev. utg. 1976, Sosialdepartementet, Helsedirektoratet, 50 s.
- Stevenson, A. H.:* Studies of bathing water quality on health. Am. Journ. Publ. Hlth. 43, 1953.
- Svindland, H. B.:* Svømmebassenggranulom. T. norske Lægeforen, 1969, 89, 738—739.
- Aalvik, B. og Høyem, T.:* Bakteriologiske og kjemiske undersøkelser av vann. Institutt for næringsmiddelhygiene, Norges veterinærhøgskole, 1970, 118 s.