

# Hva er godt badevann - sett med myndighetenes, kommunenes og brukernes øyne?

## Bakteriologisk kontroll av friluftsbadevann. Refleksjoner fra overvåking av Trondheims badeplasser

Av Ivar Hellesnes

Ivar Hellesnes er overveterinær ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim.

Innlegg på Fagtreff i Norsk Vannforening 15. mai 1995

Vannkvaliteten ved friluftsbadeplassene i Trondheim har vært undersøkt bakteriologisk siden midten av 1950-tallet. Daværende byveterinær Erling Eieland tok i bruk The Metropolitan Water Board's anbefalte metodikker som gikk ut på å analysere antall koliforme bakterier ved hjelp av en rørm metode (MPN - most probable number, mest sannsynlig antall), en metode som i dag fortsatt er i bruk ved undersøkning av drikkevann men er forlatt til fordel for membranfiltrering ved vannovervåking (1).

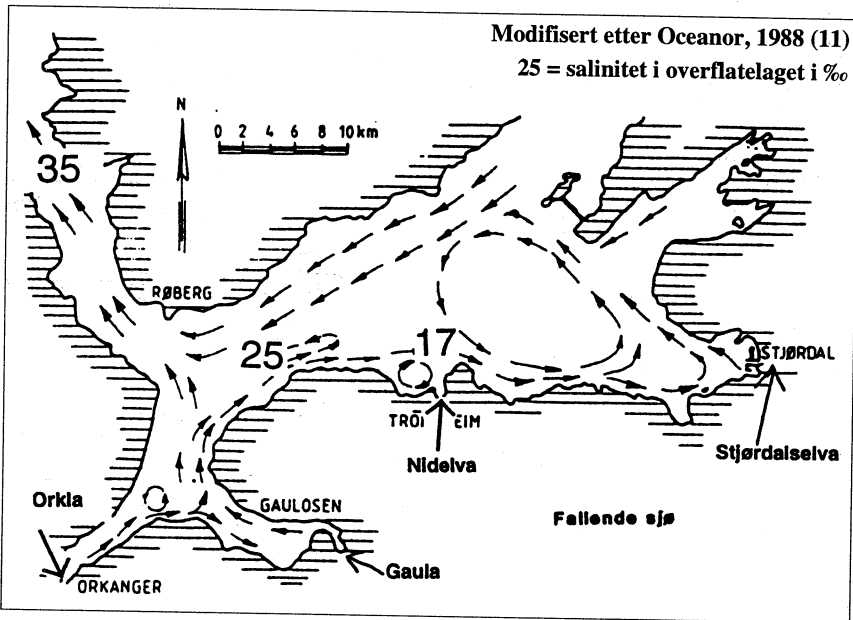
Siden begynnelsen av 1980-åra har Seksjon for miljøretta helsevern og Næringsmiddelkontrollen (fra 1993 sideordnede seksjoner i Miljøavdelinga i Trondheim kommune) forestått regelmessig overvåking av vannkvaliteten på Trondheims badeplasser ved analyse for to parametere, fekale streptokokker (FS) og termotolerante koliforme bakterier (TKB). Vi har ved vurdering tatt utgangspunkt i SIFFs kvalitetskrav

til vann (2), og veid dette mot badingas antatte helsefremmende virkninger i et strøk med korte og/eller kalde sommerer. På bakgrunn av denne vurderinga er det årlig formulert og sendt ut pressemeldinger etter 4 til 5 prøveserier tatt før og i starten på badesesongen. Det har vært god respons på meldingene fra media (byens aviser og de siste åra også nærradioer).

### Trondheimsfjorden og havnebassenget

Vannstrømmen i Trondheimsfjorden er prega av en inngående strøm langs sørbredden av fjorden og en utgående strøm langs nordsida. Dette er hovedtrekket både ved fallende og stigende sjø, jfr. Figur 1. De store elvene Orkla og Gaula gir sitt bidrag til vannet som passerer Trondheims havnebasseng, og saliniteten i overflatelaget, som i normalt inngående havvann er ca 35 ‰, er ved passering av Byneshalvøya nede på ca 25 ‰. Nidelvas tilførsel fører til at vannet rett nord for utløpet (Korsvika)

Figur 1



Trondheimsfjorden. Strømførhold ved fallende sjø. Viktige elver og salinitet er anført.

har en salinitet på ca 17 ‰, hvilket vil si at 1/3 av vannet i dette området er ferskvann fra Nidelva (3).

Forurensingskilder til fjordvannet fra Trondheim by (markert på Figur 2) er utslipp fra Høvringen renseanlegg (tatt

Tabell 1.

**Bakteriologiske verdier i kommunalt avløpsvann fra Høvringen og Ladehammeren renseanlegg, Trondheim.**

Analyse	Enhet	Ladehammeren			Høvringen		
		Antall	MAX	MIN	Antall	MAX	MIN
KB	/100ml	11	40 mill	1000	24	31 mill	4,2 mill
TKB	/100ml	11	1,6 mill	100	24	4 mill	370000
FS	/100ml	11	930000	13000	24	950000	130000
CP	/100ml	11	290000	12000	24	290000	12000
Salm	/100ml	11	180	<1	10	1100	<3

KB= koliforme bakterier; TKB= termotolerante koliforme bakterier; FS= fekale streptokokker; CP= Clostridium perfringens; Salm= Salmonella sp.

i bruk i 1978) som er i størrelsesorden 122000 pe. Dette er pr idag bare et anlegg med trommelsiler, men kjemisk rensetrinn er planlagt installert innen år 2000. Utslippet fra anlegget skjer på 47 m dyp, og beregninger tilsier at det blir en innlagring i dypvann som ikke gir gjennomslag til overflata i sommerseongen. Endel nøkkeldata om utløpsvannet er gitt i Tabell 1 (4). De er basert på prøvetaking over en ti-ukersperiode høsten 1991. Vannføringa i denne perioden var i gjennomsnitt 660000 m<sup>3</sup>/døgn (514000-821000).

Inntil 1992 ble det meste av avløpsvannet fra østlige bydeler i Trondheim (øst for Nidelva) ført til fjorden via ledning eller elver/bekker i området. Det har vært et jevnt arbeid med avskjærende kloakking for å lede avløpsvannet bort fra Nidelva og bekker. Ladebekken har utløp like øst for byhavna og var en betydelig mottaker av avløpsvann, og denne er nå lagt i kulvert og ført til Ladehammeren renseanlegg som ble tatt i bruk 01.04.1992 med ca 40000 pe. Vannet herfra ble ført ut på 42 m dyp ca 200 m fra land. Kjemisk rensetrinn er installert og tatt i bruk 01.01.95. Nøkkeltall for vannet fra Ladehammeren renseanlegg før kjemisk trinn ble installert er gjengitt i Tabell 1

**Tabell 2**

<i>Overvåking av Nidelva (Nidelv bru, overflatevann) 1985-88. Bakteriologiske resultat.</i>			
KB/100ml	TKB/100ml	FS/100ml	CP/100ml
10000	2100	540	170

(Geometriske middelverdier.)

(5). Prøvene ble tatt over en ti-ukers periode høsten 1992. Vannføringa i denne perioden var i gjennomsnitt 115000 m<sup>3</sup>/døgn (66000-286000).

Nidelva kan med en viss rett hevdes å være den viktigste kilden til det ferske overflatevannet som passerer Ladehammeren, og elva har vært overvåket siden 1983. Nøkkeltall for vannet når det passerer siste bro før fjorden, Nidelv bro, er gjengitt i Tabell 2 (6).

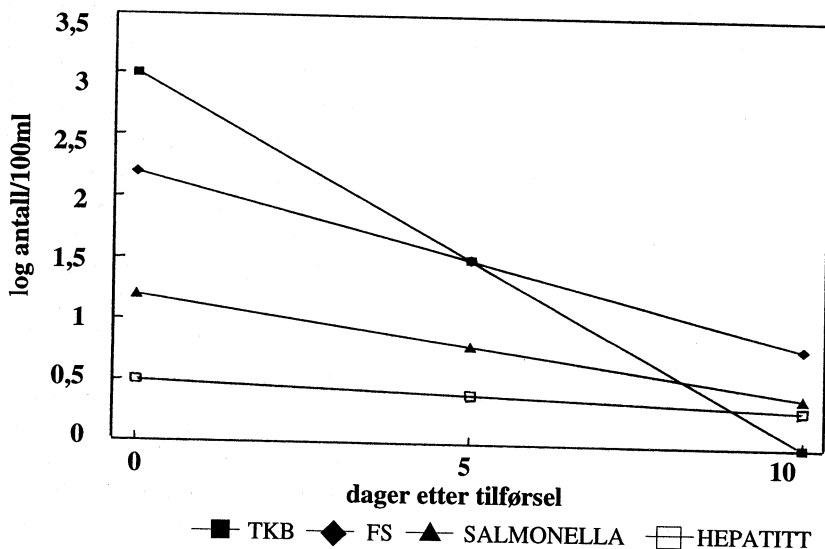
Som resultat av arbeidet med "Vannbruksplan for Nidelva" ble det i 1989 foreslått en målsetting om at en skal "frambringe badevannskvalitet langs hele elvestrekningen" (7).

I årene 1987-88 gjennomførte Oceanor et større kartleggingsprosjekt for Trondheim kommune for å danne en faglig basis for beslutninger om rensing av avløpsvannet fra byen. Samle-rapporten fra prosjektet (11) slår fast at det ikke var problemer knyttet til overgjødsling av de frie vannmassene. Imidlertid ble det pekt på tre effekter som skyldtes i hovedsak overflateutslipp av avløpsvann fra Trondheim kommune:

- økt vekst av fastsittende grønnalger langs land
- oksygensvikt i Nyhavna (vest i havneområdet)
- svært høye bakteriekonsentrasjoner i strandsonen langs Ladehalvøya.

Disse tre forurensnings-effektene pluss forekomst av høye tungmetallkonsentrasjoner i llsvika (bukta vest for havneområdet) ble i neste omgang brukt av Fylkesmannen da han

Figur 2 Desimering av mikrober i saltvann



satte krav til rensing av avløpsvannet fra byen.

### Bakteriologiske parametere for badevann

Tarmbakterier har i mange tiår vært brukt som parametere for hygienisk kvalitet av badevann. Koliforme bakterier (KB) med bruk av MPN-teknikk var lenge eneråd-ende, men pga mulighet for falske positive reaksjoner og metodens store konfidensintervall er den delvis forlatt og delvis erstattet med andre parametere og metoder. Termotolerante koliforme bakterier (TKB), som i hovedsak er bakterier av arten *Escherichia coli*, målt ved hjelp av membranfiltrering (MF), har overtatt som den mest sentrale parameteren. SIFFs Kvalitetskrav fra 1976 (2) anbefalte bare denne.

Det har imidlertid lenge vært kjent at fekale streptokokker (FS) under mange forhold i saltvann har en bedre indikatorfunksjon enn TKB idet FS går langsommere til grunne i salt vann. Det som skal indikeres er bakterier og virus fra menneskers og dyrs tarminnhold som kan gi sykdom på de badende, og patogene bakterier (f.eks. *Salmonella* sp.) og især virus (f.eks. hepatitt-A-virus som gir smittsom gulsott) antas å ha tildels betydelig lengre desimeringstider enn de nevnte bakteriene. For å illustrere dette forholdet er Figur 2 konstruert. Merk at det ikke er referert til konkret forskning, men at det er en idealisert situasjon.

Som man ser av figuren går TKB raskt til grunne, mens FS har en lengre overlevelse. Antakelig vil aktuelle vira (f.eks. Norwalkvirus o.l. som gir kort-

varige tarminfeksjoner med oppkast, diare og feber) ha en desimeringskurve som hepatitt A. For eldre kloakkforekomster i sjøvann vil derfor FS være et bedre mål for den risiko man løper ved å bade i vannet.

Dette forholdet mellom TKB og FS har forfatterne av EUs badevannsdirektiv fra 1976 (8) vært klar over, men som kjent fastsatte man dengang bare retningslinjer (guidelines) for denne parameteren og ikke grenseverdier som skal overholdes (mandatory). I det nevnte direktivet er retningslinja for FS satt til det samme som for TKB (100 FS eller TKB /100ml).

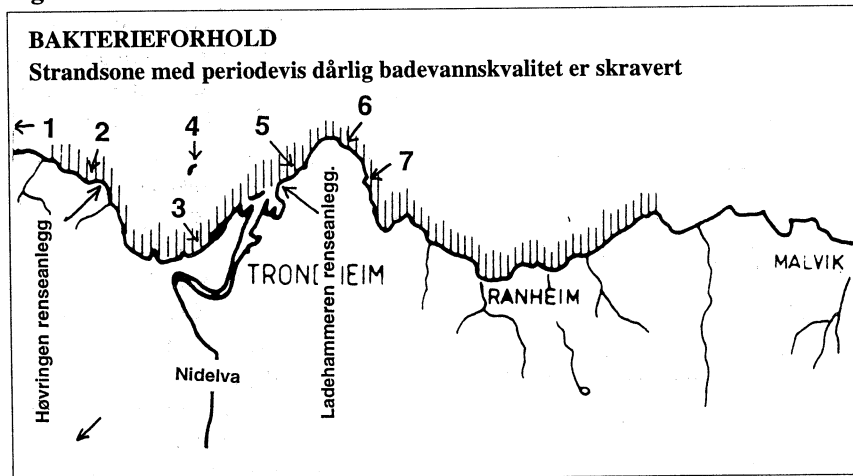
## Badevannskvalitet i Trondheims friluftsbad

I vår håndtering av badevannsovervåking og rådgiving i Trondheim kommune har vi lagt samme vekt på FS som på TKB, og med samme tallmessige

grenseverdi. Dette har vært gjort ut fra et resonnement som baserer seg på de to bakterietypenes desimering slik det er framstilt i Figur 2. Når TKB-verdien har sunket så mye at FS-verdien er like høy, må man gå ut fra at forholdet mellom indikatorbakterier og patogene agens har forrykket seg i de patogenes favør. (Svenske retningslinjer baserer seg på et annet resonnement, nemlig med grenseverdier som står i forhold til de to bakteriegruppenes forekomst i avløpsvann (1 2).)

Det er ialt 16 friluftsbadeplasser i Trondheim kommune som blir regelmessig overvåket. (Noen av plassene er avmerket i Figur 3, og bakteriologiske resultater er gjengitt i Tabell 3.) Observasjoner som blir gjort på stedet er temperatur, vindretning og flo/fjære, og laboratiemessige parametere som undersøkes er to bakteriologiske (TKB for alle prøver, FS bare for saltvanns-

Figur 3



Modifisert etter Oceanor, 1988 (11).

3 → = friluftsbadeplass, jfr. Tabell 3

**Tabell 3.**

<i>Bakteriologiske forhold ved friluftsbad i Trondheim 1992.</i>				
Nr.	Sted	TKB/100ml (GM)	TKB/100ml (MAX)	FS/100ml (GM)
1	Flakk	1	6	1
2	Brennebukta	5	39	8
3	St.Olavs pir	104	>300	44
4	Munkholmen	19	290	49
5	Korsvika	244	2200	82
6	Djupvika	75	410	59
7	Ringvebukta	31	60	48
8	Lianvannet	8	52	-

(GM = geometriske middelverdier)

prøver) og i tillegg turbiditet, salinitet og pH. Metodene som brukes er Norsk Standard og de er kvalitetssikret og akkreditert fra november 1994. Det beregnes geometrisk og aritmetisk snitt for de bakteriologiske resultatene som oppnås før og i starten av badesesongen, og disse blir vurdert av Miljøavdelinga overfor media. Resultater for en hel sesong har vært rapportert i Næringsmiddelkontrollens årsberetninger, i en særskilt rapport fra Miljøretta helsevern (3) og i oppsummeringsrapport for "Overvåkingsprogram for Trondheims vannressuser" (13).

De bakteriologiske resultatene varierer endel fra år til år, men 1992 (gjengitt i Tabell 3) kan betraktes som et normalår. Her framgår det at den bakteriologiske kvaliteten på fersk-vannsbadeplassene har vært tilfredsstillende, mens de østlige plassene i fjorden viser en tydelig trend med høyeste verdier ved Korsvika og fall-ende derfra i beg-

ge retninger. Dette samsvarer med at det er Nidelva som er hovedkilde til forurensinga av badevannet. Det er verdt å merke seg at FS av og til er den parameteren som viser høyest verdier av de to indikatorbakteriene, her sees det av snittverdien for Ringvebukta.

### **Det er sunt å bade**

Dette har vært vårt utgangspunkt ved håndtering av overvåkingsresultatene fra Trondheims friluftsbadeplasser.

### **.. men ikke alltid?**

Samtidig har vi gjort oss kjent med litteratur på området, og den studien som synes å være den beste (inntil 1994) var gjort av Cabelli (9) fra amerikanske badeplasser. Cabelli fant etter en intervjuundersøkelse blant 9400 badende/ikke-badende på strender ved New York en signifikant forskjell mellom forekomsten av bl.a. mage-tarmsymptomer etter bading på to strender med ulik

belastning med tarmbakterier. Det er verdt å merke seg at det ikke ble påvist alvorlige sjukdommer, og at det aller meste var milde lidelser fra fordøyelsessystemet som ikke ville ført til legebesøk. De bakteriologiske resultatene var for 1973 geometrisk gjennomsnitt 22 TKB/100ml (Rockaways) og 165 TKB/100ml (Coney Island). På bakgrunn av denne undersøkelsen laget EPA (Environmental Protection Agency, USAs miljøvernmyndighet) et anslag på forekomst av mage/tarm-plager som forårsakes av bading i forurenset sjøvann i USA. Disse sier at man kan forvente 25-40 tilfeller pr. 1000 badende som blir eksponert for vann som inneholder 100 TKB/100ml (sitert etter (14)).

Det engelske Water Research Centre gjorde i 1991 - 93 en større studie ved en rekke badeplasser på de britiske øyer (10). En av studiene i dette arbeidet innbefattet 1200 frivillige som ble in-

tervjuet fire ganger i forbindelse med bading på fire badeplasser. Alle var over 18 år og plassene var av "beste" kategori når det gjaldt forurensing, dette pga vilkår fra det etiske rådet i den britiske legeföreninga som ikke ville gi sin tilslutning til bruk av frivillige som skulle bade ved mer forurensete steder. Her fant man en signifikant sammenheng når det gjaldt den bakteriologiske kvaliteten (målt med FS) og forekomst av mage-tarm-symptomer, jfr. Tabell 4. Det mest slående er at forekomsten av mage-tarm-symptomer steg fra ca 11 % dersom vannet hadde <35 FS/100ml (som også var tilstanden for dem som ikke badet) og til 33 % dersom vannet hadde >70 FS /100ml. (Det var aldri svært høye verdier for FS i dette materialet, 93% av de 520 bakteriologiske resultatene var <100 FS/100ml.)

Det er betryggende å registrere at det blant de ialt 17700 badegjestene som inngikk i det samlede materialet ikke ble

**Tabell 4.**

<i>Prosent registrerte objektive mage-tarmsymptomer hos personer eksponert for ulike nivåer fekale streptokokker i badevannet.</i>		
Eksponeringsnivå	Antall personer	Prosent med symptomer
Ikke-badere	605	9,7
Badere (FS/100ml = 0 til 34)	307	11,1
Badere (FS/100ml = 35 til 69)	149	16,1
Badere (FS/100ml = > 70)	51	33,3

registrert noen alvorlige tilfeller av sykdom som skyldtes bading i forurenna vann, og risikoen for å pådra seg alvorlige lidelser kan derfor oppsummeres som liten.

heim og grenseverdiene fra SIFF 1976 var bakgrunn for målsettinger når det gjelder opprydding av utslippsforholdene til Nidelva.

## Hva har vi oppnådd i Trondheim?

1. Vi har forhåpentligvis skapt bevissthet blant de badende om at kvaliteten på badevannet i Trondheim har varierende kvalitet, og dette bør ha forårsaket at især familier med små barn har valgt mindre forurenna badesteder. Vi håper også at man har vært mer på vakt mot å svelge vann på de forurenna plassene. På denne måten burde vi ved vår overvåking, bruk av grenseverdiene og tilbakemelding til publikum ha redusert antall sykdomstilfeller pga bading i Trondheim.
2. De forurenna bade plassene har vært brukt som et av de viktigste argumentene for å få til en samling og utledning på djupt vann av avløpsvann, og seinere påvirket forståelse for kravet om rensing av avløpsvannet.
3. Kunnskapen om det forurenna badevannet langs Ladehalvøya i Trond-

## Hvilke regler skal gjelde i Norge?

Foreliggende kunnskap om sammenhengen mellom forurenna sjøbadevann, badeaktivitet og sykdom bør føre til at de foreslåtte kravverdiene til badevann (TKB/100ml < 1000 og FS/100ml < 300) settes betydelig lavere. Enten bør dette gjøres ved at grensene reduseres til 1/3 (henholdsvis til 300 og 100), eller det bør innføres en ny klasse for dette intervallet og det innføres nye formuleringer, jfr. Tabell 5.

## Referanser

1. Erling Eieland: Undersøkelser av kloakkvannforurensingene på Trondheims sjøbade plasser. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Årbok 1963: 5-12.
2. Statens institutt for folkehelse: Kvalitetstestkrav til vann. Oslo, 1976.
3. Geirmund Lykke: Badevannskvaliteten i Trondheim. Rapport nr. TM 93/09, Miljøavdelingens rapporter, Trondheim kommune, 1993.
4. Ivar Hellesnes og Astrid Lian:

Tabell 5

<i>Kvalitetsnormer for friluftbad, forslag.</i>					
	Svært godt	Godt	Mindre godt	Dårlig	Ikke akseptabelt
TKB/100ml	<30	30-100	100-300	300-1000	>1000
FS/100ml	<10	10-30	30-100	100-300	>300



- Karakterisering av avløpsvann fra Høvringen rensanlegg. Rapport nr. 6/92, Nærings-middelkontrollen i Trondheim, 1993.
5. Astrid Lian og Ivar Hellesnes: Karakterisering av avløpsvann fra Ladehammeren rensanlegg. Rapport nr. 1/93, Nærings-middelkontrollen i Trondheim, 1993.
  6. Ivar Hellesnes: Forurensing av Nidelva vurdert ut fra bakteriologiske resultater. Rapport fra Nærings-middelkontrollen i Trondheim, juni 1989.
  7. Vannbruksplan Nidelva. Sammen drag. Handlingsprogram. Trondheim kommune, des. 1989.
  8. EU-direktiv (av 08.12.75): Om kvaliteten af badevand. 76/160/EØF.
  9. V.J. Cabelli m.fl.: The impact of pollution on marine bathing beaches: An epidemiological study. Am. soc. limnol. oceanogr., spec. symp.2, 424-432, 1976.
  10. E.B. Pyke: Health effects of sea bathing - phase III. Final report to the Department of the environment. Water Research Centre, Medmenham, England, 1994.
  11. Arve Thendrup m.fl.: Trondheimsfjorden. Resipientundersøkelse for Trondheim. Hovedrapport. Rapport nr. OCN 88077, Oceanor, Trondheim, 1988.
  12. Naturvårdsverket (Sverige): Strandbad, vattenkvalitet och kontroll. NNV, Allmänna råd 89,4; 1989.
  13. Geirmund Lykke m.fl.: Overvåkingsprogram for Trondheims vannressurser. Rapport TM 94/09, Miljøavdelingens rapporter, Trondheim kommune 1994.
  14. Hans Blystad: Sjøbading og folkehelse. Historisk bakgrunn og lokale forhold i Trondheim. Nordiska Hälsovårdshøgskolan, miljömedisin, Gøteborg 1993.