

Er desinfeksjon nok for å hindre smittespredning av «nye» drikkevannsbårne mikrober?

Av Vidar Lund

Vidar Lund er ansatt som forsker ved Statens Institutt for folkehelse.

Innlegg på seminar i Norsk Vannforening.

1. Innledning.

Siden århundreskiftet har man i de industrialiserte land hatt en stadig nedgang i vannoverførte sykdommer. Dette skyldes en bedret rensing av kloakkvann, men også mere effektive metoder for drikkevannsbehandling. På tross av disse forbedringene har det i de senere år kommet inn nye sykdomsfremkallende agens som kan overføres via vann, og som har skapt flere utbrudd verden over.

En del av disse mikrobene er så nye at lite ennå er kjent om hvordan man skal beskytte seg mot vannbåren smitte. All den tid disse «nye» agens allerede er aksepterte problemer i vannforsyningen i en god del av de land det er naturlig for oss å sammenlikne oss med, såvel klimatisk som vannkvalitetsmessig, vil det være viktig å skaffe seg en best mulig oversikt over hva man per idag vet om hvordan disse agens påvirkes av ulike vannbehandlingsprosesser, for å kunne stå rustet til å takle problemene når de også kommer til vårt land, eventu-

elt de problemer som allerede er her.

Jeg vil derfor i det følgende gjengi det vi per idag vet om effekten av vannbehandlingsprosesser på disse «nye» drikkevannsoverførte agens, med spesiell vekt på toleranse overfor desinfeksjonsmidler.

2. Effekt av vannbehandling på «nye» problemorganismer.

- Generelt kan vi si at ikke — sporedannende bakterier lar seg inaktivere ved desinfeksjonsprosesser, ved «normale» doser av desinfeksjonsmiddel.
- For å inaktivere virus må vi ofte opp i konsentrasjoner av desinfeksjonsmiddel som ligger over det som benyttes ved norske vannverk idag. Vi må derfor her også se på effekten av andre vannbehandlingstiltak, i tillegg til desinfeksjon.
- Når det gjelder protozoer er desinfeksjon *alene* ingen effektiv metode for inaktivering, og man er derfor helt nødt til å kombinere desinfeksjon med andre behandlingsmetoder for å få et hygienisk betryggende drikkevann.

Tabell 1. Effekt av ulike separasjonsmetoder på bakterier og virus i vann i % av utgangskonsentrasjonen. (1, 2, 3).

Agens	Sakte sandfilter		Flokkulering + filtrering	Hurtig sandfilter
	Nytt	modent		
E. coli *	90	99.99	95	35
Poliovirus	96**	99.99**	99.84	63
Rotavirus	-	-	99.99	21 - 69
Hepatitt A	-	-	98.6	69

* = Litt.henvisning 1. ** = Litt.henvisning 3.

2.1. Fjerning av bakterier og virus ved separasjonsprosesser.

Bakterier og virus i vann foreligger svært ofte assosiert til partikler. Dette muliggjør en viss fjerning av disse agens ved hjelp av separasjonstrinnet i et vannverk. Som det fremgår av tabell 1, er det store forskjeller i tilbakeholdelsesgrad for ulike typer behandling, med konvensjonell (hurtig) sandfiltrering som klart dårligst.

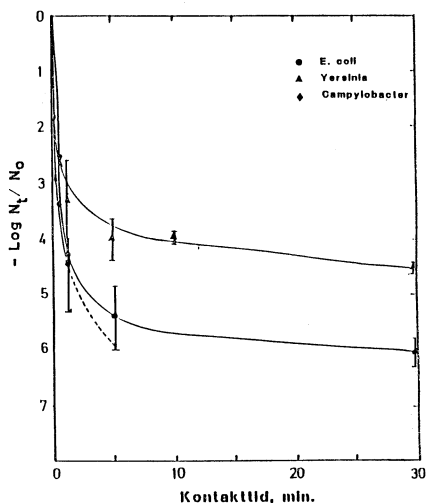
2.2. Effekten av desinfeksjon på «nye» problemorganismer.

Bakterier.

1. *Yersinia-enterocolitica* og *Campylobacter jejuni*.

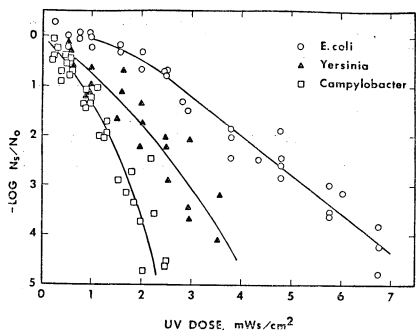
Resultatene av et NTNf-støttet prosjekt som undersøkte klor- og UV-toleransen til *Yersinia* og *Campylobacter* viste at *Campylobacter* er mer følsom overfor hypokloritt enn *E. coli*, mens *Yersinia* har en høyere klortoleranse, spesielt ved sommer-temperatur (4). Dette tyder på at *E. coli* muligens er en dårlig indikator for forekomst av *Yersinia* i

klorert vann. Forsøk med UV-bestråling viste at *Campylobacter* og *Yersinia* er mer følsomme overfor ultrafiolett bestråling enn de fleste andre vegetative bakterier (5). Resultatene er fremstilt i figur 1 og 2.



Figur 1.

Inaktiveringskurver for *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* og *E.coli* i kranvann med 0.2 mg/l natriumhypokloritt i utg.kons. ved pH 6.5 og 10°C.



Figur 2.

UV inaktiveringskurver for *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* 0.3 stamme 304 og *E.coli*. Utg.kons.: 1×10^6 til 1×10^7 bakterier/ml.

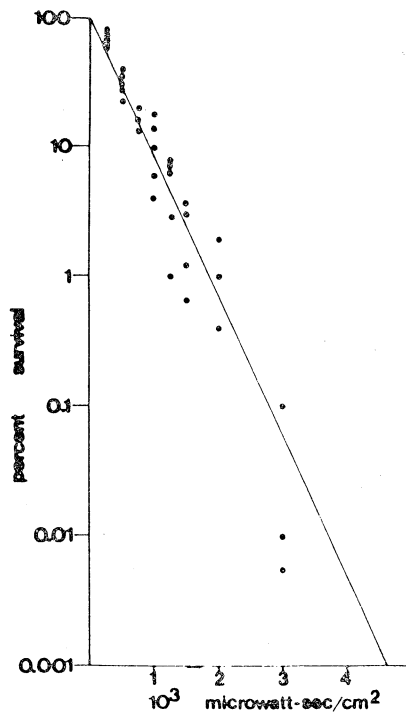
2. Listeria.

Lite er kjent om effekten av desinfeksjonsmidler overfor denne bakterien. Den forekommer overalt i naturen, og den skilles ut via avføring hos en god del klinisk friske mennesker og dyr. Den kan påvises i kommunalt avløpsvann i varierende mengde. Det er derfor av interesse å undersøke effekten av kloakkrenseprosesser på denne bakterien. Resultatene fra en undersøkelse ved et aktivslamanlegg i Tyskland, en anleggstype som vanligvis gir 70—95% reduksjon av de fleste patogene bakterier, f.eks. *Salmonella*, viste ingen påvisbar effekt i å fjerne *Listeria* fra vannet, derimot skjedde det en formering av bakterien i rensanlegget i 45% av tilfellene. Fra dette anlegget ble det isolert mellom 1000 og 250 000 bakterier/L rensset avløpsvann. Det ble funnet 10 ganger høyere konsentrasjon av bakterien i slammet enn i filtrert vann (6).

3. Legionella.

I motsetning til *Campylobacter* og *Yersinia*, er denne bakterien ingen tarmpatogen. Smitte kan derfor ikke overføres via mat eller drikke. Derimot kan den smitte via aerosoler som pustes inn, og gir en lungebetennelsesliknende sykdom. Infeksjonsfaren er derfor ikke knyttet til drikkevannet direkte, men til varmtvannssystemer, som dusj, boblebad m.v.

Forsøk tyder på at *Legionella* er relativt følsom overfor UV-bestråling (7). 99.9% inaktivering ble oppnådd med en dose på 2760 μ Ws/cm² (se figur 3).

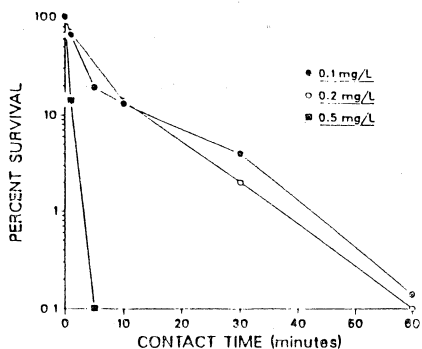


Figur 3.

Ultrafiolet inaktiveringskurve for *Legionella monocytogenes*.

Figur 4 viser at *Legionella* er mye mer tolerant overfor klor enn koliforme bakterier. Ved 21°C, pH 7,6 og 0.1 mg Cl₂/L, ble 99% av bakteriene inaktivert i løpet av 40 minutter, mens E.coli ble inaktivert i løpet av 1 minutt. Det ble observert dobbelt så lang inaktiveringstid ved 4°C som ved 21°C (8).

En annen undersøkelse (9), som tyder på enda høyere resistens overfor både klor, ozon og UV enn det som er antydnet foran, konkluderte med at UV var mest effektivt, fulgt av klor og ozon.



Figur 4.

Bactericidal effekt av ulike klor-konsentrasjoner på Legionella pneumophila i kranvann ved pH 7.6 og 21°C.

PROTOZOER

Disse små, encellede, dyrene har i de siste årene utviklet seg til å bli det største drikkevannsproblemet i mange I-land, og spesielt kanskje i USA, der de nå er de vanligst isolerte sykdoms-mikrober overført via drikkevann. *Giardia* har vært kjent, og fryktet, i en del år, mens *Cryptosporidium* først i de siste årene er

blitt assosiert med vannbårne sykdomsutbrudd. Det er spådd at denne mikroben om få år vil være et større drikkevannsproblem i USA, enn *Giardia*. Ingen av disse organismene er ennå påvist i vann i Norge, men dette kan like gjerne skyldes at man ikke har sett etter dem, som at de ikke forekommer her.

1. *Cryptosporidium*.

Lite er ennå kjent om denne mikroben, og om hvordan den kan fjernes ved vannbehandling. Det viktigste man vet per idag, er gjengitt under.

Oocystene, hvilestadiene som finnes i vann, er mindre enn *Giardia*, runde til svakt ovale i fasong, og med en diameter på 4–5 µm. De antas å være mer hardføre enn *Giardia*, med lengre overlevelse i naturen. Det ser også ut til å være en større sannsynlighet for smitteoverføring fra dyr til mennesker enn for *Giardia* (typisk zoonose). Dette gir store muligheter for smitte via vann, da den infektive dosen også ser ut til å være lav (9).

De ser også ut til å være mer resistente overfor desinfeksjonsmidler. Kontrollerte forsøk av desinfeksjonseffekt og filtreringseffekt, er imidlertid fortsatt i startfasen. I en innledende test med å inkubere oocyster av *Cryptosporidium* i 3% natriumhypokloritt-løsning (Ufortynnet klorin), i 2 timer ved romtemperatur og 18 timer ved 4°C, ble det kun påvist en svak nedgang i sykdomsfremkallende oocyster (10).

Filtrering ser også ut til å ha begrenset innflytelse på *Cryptospori-*

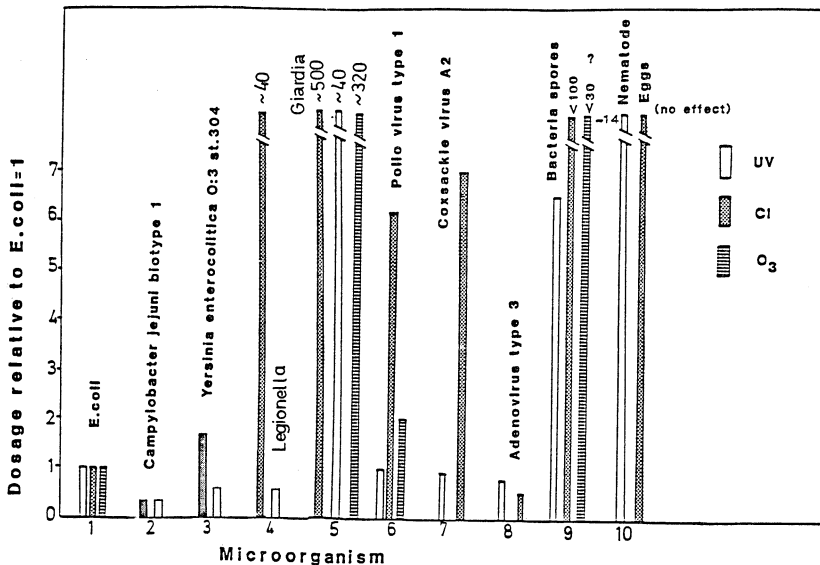
dium. Et innledende forsøk på et vannverk med sandfiltrering fikk 2906 oocyster/L i tilbakespylingsvannet fra filtrerne, noe som indikerer at en del oocyster holdes tilbake på filtrerne. 91% reduksjon i oocystetallet ble oppnådd i dette tilfellet. Sandfiltrerne ble benyttet uten koagulanter eller polymerer (11). Et større utbrudd av *Cryptosporidium* er blitt knyttet til et konvensjonelt hurtigsandfilter — anlegg, som produserte vann som oppfylte kravene mht. innhold av koliforme bakterier og turbiditet. Konstruksjons-/driftsfeil kan ha vært årsaken til utbruddet, da det ikke var noen mekanisk påvirkning under flokkuleringen, og filtrerne ble satt i drift igjen, etter en driftsstans, uten forutgå-

ende tilbakespyling. Dette eksemplet tyder på at koliforme bakterier er en dårlig indikator for *Cryptosporidium* — forekomst i vann (12).

I et forsøk, i Carrolton, Ga., passerte *Cryptosporidium* oocyster gjennom konvensjonelle hurtigsandfiltere (87% fjerning). Langsomsandfiltere holdt tilbake *Giardia*, mens *Cryptosporidium* ble funnet i 50% av alle prøver (95—97% reduksjon) (10).

VIRUS

Det foreligger svært få opplysninger om effekten av desinfeksjonsmidler overfor de «nye» virustypene, *Norwalk virus* og *Rotarius*, som har vært assosiert med vannbårne sykdomsutbrudd de siste år-



Figur 5. Sammenlikning av toleransen overfor ulike desinfeksjonsmidler. Sammenlikningsgrunnlaget er nødvendig dose for inaktivering av *E.coli*.

ene, også i vårt land. Det vi vet er at virus generelt krever en høyere dose av desinfeksjonsmiddel enn *E. coli* for å oppnå den samme desinfiserende effekt.

3. Konklusjoner.

Toleransen overfor desinfeksjonsmidler, til et utvalg av agens som kan smitte via vann er oppsummert i figur 5.

Som man kan se av figuren, ser UV, under optimale forhold, ut til å være det desinfeksjonsmidlet som har best effekt overfor de fleste sykdomsfremkallende agens. Det fremgår imidlertid også av sammen-

likningen med *E. coli* at desinfeksjon alene gir liten beskyttelse mot vannbåren smitte av virus og protozoer, men vil kunne være tilstrekkelig, ved optimal dosering, for de fleste ikke-sporedannende bakterier. De sykdomsfremkallende agens som er beskrevet i denne artikkelen, har enten allerede årsaket vannbårne utbrudd i vårt land, eller må kunne forventes å kunne ville skape problemer også hos oss i de nærmeste år. Det er viktig å vurdere om disse erkjennelser bør starte en diskusjon om vi ikke bør utvide en minimumsbehandling ved et vannverk, til å omfatte filtrering fulgt av desinfeksjon.

LITTERATUR

1. Bellamy, W. D., G. P. Silverman & D. W. Hendricks. 1985. Filtration of *Giardia* cysts and other substances; Volume 2 Slow Sand Filtration. Project summary. EPA 600/S2 — 85/026.
2. Rao, V. C., J. M. Symons, A. Ling, P. Wang, T. G. Metcalf, J. C. Hoff & J. L. Melnick. 1988. Removal of Hepatitis A virus and Rotavirus by Drinking Water Treatment, JAWWA 80 (2): 59.
3. Cliver, D. O. & R. A. Newman (Eds.). 1984. Drinking Water Microbiology. NATO/CCMS Drinking Water Pilot Project Series CCMS 128. EPA 570/9—84 — 006.
4. Lund, V. 1985. Overlevelse av *Campylobacter*, *Yersinia* og *E. coli* i vann. Delrapport 1. *Yersinia enterocolitica* og *E. coli* i klorholdig vann. Drikkevannsrapport 14/85. NTNf's utvalg for drikkevannsforskning.
5. Lund, V. & R. C. Butler. 1986. Overlevelse av *Campylobacter*, *Yersinia* og *E. coli* i vann. Delrapport 2. Effekt av UV-desinfeksjon på *Campylobacter*, *Yersinia* og *E. coli* i vann. Drikkevannsrapport 20/86. NTNf's utvalg for drikkevannsforskning.
6. Geuenich, H.-H., H. E. Müller. 1984. Isolation and germ count of *Listeria monocytogenes* in raw and biologically treated waste water. Zentralbl. Bakteriol. Hyg. B. 179 (3): 266.
7. Antopol, S. C. & P. D. Ellner, 1979. Susceptibility of *Legionella pneumophila* to Ultraviolet Radiation. Appl. Environ. Microbiol. 38(2): 347.
8. Kuchta, J. M., S. J. States, A. M. McNamara, R. M. Wadowsky & R. B. Yee. 1983. Susceptibility of *Legionella pneumophila* to Chlorine in Tap Water. Appl. Environ. Microbiol. 46 (5): 1134.

9. Muraca, P., J. E. Stout & V. L. Yu. 1987. Comparative Assessment of Chlorine, Heat, Ozone and UV light for Killing *Legionella pneumophila* within a Model Plumbing System. *Appl. Environ. Microbiol.* 53 (2): 447.
10. Rose, J. B. 1988. Occurrence and significance of *Cryptosporidium* in water. *JAWWA* 80 (2): 53.
11. Rose, J. B. et. al. 1987. Detection of *Cryptosporidium* and *Giardia* in Environmental Waters. *Advances in Water Analysis and Treatments*. AWWA. Denver, Colo.
12. Logsdon, G. S. 1987. Evaluating Treatment Plants for Particulate Contaminant Removal. *JAWA* 79 (9): 82.