

Hvordan kan man gardere seg mot parasittutbrudd?

En drøfting av sikkerheten ved ulike hygieniske barrierer.

Av Vidar Lund

Vidar Lund er dr. scient,
og ansatt som forsker ved Statens institutt for folkehelse

Innlegg på seminar 29. oktober 1999

Flere encellede parasitter kan smitte via drikkevann forurensset med avføring fra mennesker eller varmblodige dyr. I Island er parasittene *Cryptosporidium parvum* og *Giardia intestinalis* vanligst. Vi kjenner ikke til vannbårne sykdomsutbrudd i Norge. Lite er imidlertid kjent om utbredelsen av disse parasittene i norske drikkevannskilder og i våre husdyr og viltbestander.

Cryptosporidium og *Giardia* smitter via spesielle overføringsstadier som kan overleve opptil ett år i vann og tåler mye større doser av desinfeksjonsmidler enn det som er vanlig brukt i drikkevann. I praksis er derfor den eneste helt sikre metoden å sikre seg mot parasittoverført vannbårne sykdom å benytte en behandlingsprosess som fysisk fjerner parasittene fra vannet. I de senere år har det internasjonalt vært nedlagt mye forskning på å finne frem til egnede behandlingsprosesser for å fjerne eller inaktivere parasitter i vann. Det vil i det følgende bli gitt en oversikt over effekten av de viktigste partikkelfjernings- og desinfeksjonsmetodene på parasit-

ter i vann. Da dette er svært dyre behandlingsprosesser, er det viktig at man beskytter drikkevannkildene med strenge klausuleringstiltak mot avføring fra mennesker og varmblodige dyr, for å minske sannsynligheten for fekal forurensning av vannkilden. Begge parasittene gir ofte symptomfrie infeksjoner hos friske mennesker, men mindre enn 100 parasitter er nok til at barn og mennesker med nedsatt immunforsvar kan få kraftig mage-tarmsykdom. Det finnes effektiv medisin mot Giardiasis, men ingen behandling mot Cryptosporidiose. Mennesker med immunsvikt, for eksempel AIDS pasienter, vil derfor ofte dø av en Cryptosporidium-infeksjon.

Norges veterinærhøgskole samlet høsten 1998 inn vannprøver fra 48 vannkilder som ble analysert for innhold av *Cryptosporidium* og *Giardia*. *Cryptosporidium* ble påvist i 19%, mens *Giardia* ble påvist i 21% av vannkildene, i antall på maksimalt 2/10L vann. Med noen få unntak var denne forundersøkelsen basert på prøver fra vannkilder som man visste var kloakk-påvirket og/eller påvirket av avføring

fra husdyr/landbruk. Resultatet er derfor ikke representativt for innholdet av parasitter i norske drikkevannskilder. Prosjektet, som økonomisk støttes av SNT, videreføres i år med et bredere utvalg av drikkevannskilder for å kunne gi et riktig bilde av forekomsten av disse parasittene i Norge.

1. Nødvendige tiltak for å beskytte vannkilden mot tarmparasitter

Da vannbårne tarmparasitter, som *Giardia intestinalis* og *Cryptosporidium parvum*, er svært vanskelige å fjerne ved vannbehandlingen, er det en forutsetning at vannkilden beskyttes så godt som mulig mot potensielle forurensningskilder. Tilfredsstillende beskyttelse av en vannkilde forutsetter:

1.1 Kjennskap til potensielle forurensningskilder i nedbørfeltet

- Hva og hvor forekommer eventuelle utslipp av avløpsvann, og hvordan ligger vanninntaket i forhold til de lokaliserte kildene.
- Forekommer det beiting i nedbørfeltet og hvor er denne beitingen lokalisert i forhold til vanninntaket.
- Siden dette er tarmparasitter som kan smitte mellom mennesker og husdyr er det viktig å skaffe seg en oversikt over eventuell bruk av naturgjødsel på jordbruksarealer i nedbørfeltet.
- Er det stor menneskelig aktivitet i nedbørfeltet?
- Hvordan er forekomsten av ville dyr nær vannkilden, og har de fri tilgang til vannet i nærområdene til vann-

inntaket? Spesielt bør en være oppmerksom på forekomst av rein, hjort, rådyr og elg da disse er påvist som bærere av parasittene *Giardia* og *Cryptosporidium*. Dersom det finnes bevere i vassdraget bør det også kartlegges, da bever også er kjent for å kunne overføre parasitter. Det er imidlertid usikkert om beveren er bærer av de samme variantene av *Cryptosporidium* og *Giardia* som finnes hos mennesker.

1.2 Kjennskap til betydningen av potensielle forurensningskilder i nedbørfeltet.

For å kunne gjøre en vurdering av nødvendige beskyttelsestiltak er det ikke nok å ha kjennskap til hvilke forurensningskilder som forekommer, men det er samtidig viktig med nødvendig basiskunnskap som kan si noe om smitterisikoen forbundet med de ulike potensielle smittekilder. For å kunne gjøre en slik risikovurdering er det nødvendig å ha tilstrekkelig kunnskap om følgende problemstillinger:

- Forekomsten av tarmparasitter i beitedyr
- Forekomsten av tarmparasitter i ulike ville dyr
- Forekomsten av tarmparasitter i norske drikkevannskilder
- Forekomsten av tarmparasitter i befolkningen og i avløpsvann.

Per i dag mangler vi i Norge gode data som kan gi oss svar på de fleste spørsmålene ovenfor, men undersøkelser er i gang for å fremskaffe disse bakgrunnsopplysningene. Når det gjelder forekomsten i befolkningen så registreres

det hvert år 3-400 tilfeller av *Giardia*-infeksjoner i MSIS-systemet (Meldingssystem for smittsomme sykdommer), hvorav de aller fleste er asylsøkere, mens kun et lite antall er nordmenn, som har fått sykdommen i utlandet. Det finnes ingen registrering på antall *Cryptosporidium*-tilfeller, da denne sykdommen ikke er meldepliktig til MSIS.

2. Nødvendig vannbehandling

Undersøkelser har vist at disse tarmparasittene er resistente for konvensjonelle desinfeksjonsprosesser som benyttes til behandling av drikkevann. Dette betyr at desinfeksjon ikke kan sees på som en hygienisk barriere, og et klausulert nedbørfelt kombinert med enkel vannbehandling på vannverket er derfor ikke nok til å hindre parasitter i kunne smitte via drikkevann.

I det følgende vil det bli gitt en gjennomgang av ulike vannbehandlingsprosessers effekt på parasittene *Cryptosporidium* og *Giardia*.

2.1 Partikkelfjerningsmetoder

Det foreligger en god del undersøkelser, spesielt fra USA, hvor man har undersøkt effektiviteten av ulike filtreringsmetoder for å fjerne parasitter ifra vann. De fleste undersøkelser har benyttet *Cryptosporidium* som testorganisme. Dette skyldes at oocystene har en størrelse på ca. 4,0 x 4,5 mikrometer, mens *Giardia* cyster har en størrelse på 8-14 x 6-10 mikrometer, og er derfor lettere å fjerne enn *Cryptosporidium*.

Rapporter fra USA viser at de fleste *Cryptosporidium*-utbrudd var forårsaket av mangler ved driften av vannverket samt påviste feil ved behandlingsutstyret. De fleste vannverk som opplevde parasittutbrudd hadde koagulering/filtrering og klor-desinfeksjon, og alle vannverkene oppfylte de amerikanske myndighetenes krav til vannkvalitet. De resterende 50% av utbruddene skyltes dårlig beskyttet grunnvann. Dette har ført til at USA er i ferd med å innføre et nytt og strengere lovverk for behandling av overflatevann ved vannverk som forsyner over 10 000 p.e., kalt IESWTR (Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule). Der er det satt krav om at *Cryptosporidium* ikke skal påvises i renvannet, og at filtreringstrinnet skal fjerne >99 % av oocystene. Da man har valgt å benytte turbiditet som en overvåknings-parameter for sannsynlig forekomst av parasitter i vannet, er det satt krav om at det skal være kontinuerlig overvåking av turbiditeten på hvert filter, og at verdiene alltid skal ligge under 1,0 NTU, og med et månedsmiddel på <0,3 NTU. I tillegg skal alle renvannsmagasin overdekkes.

I tabell 1 er ulike filtertypers evne til å fungere som en hygienisk barriere vurdert. Der vurderingen er basert på utførte forsøk er dette angitt.

2.2 Desinfeksjonsmetoder

Som tidligere nevnt er parasitter svært resistente overfor desinfeksjonsmidler som benyttes til drikkevannsbehandling. Forsøk har vist at *Cryptosporidium* oocyster praktisk talt er upåvirket av

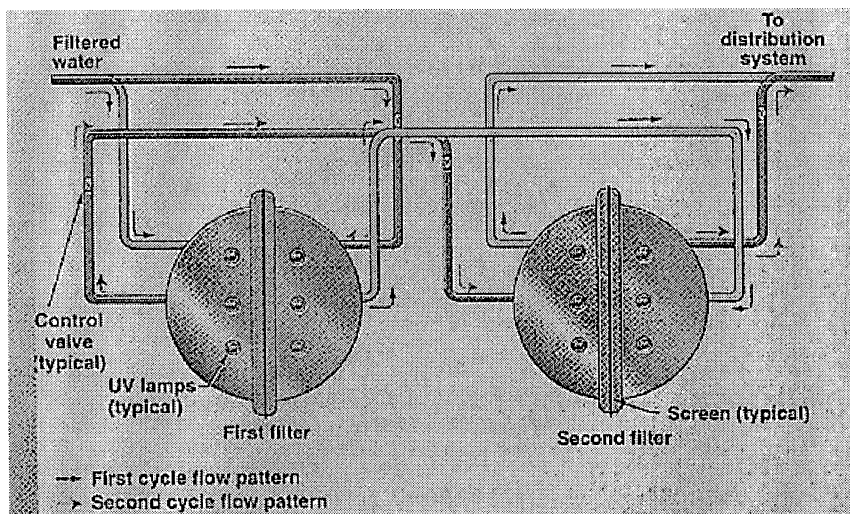
Tabell 1. Ulike filtertypers evne til å fjerne parasitter i vann

Filtertype	Tilbakeholdelsesgrad i %	Referanse
Membranfilter Poreåpning: 0,8-50 nm Poreåpning: 50-10 000 nm	100 (teoretisk verdi) ? usikker barriere	
Mikrosil (10–60 mikrometer)	? ingen sikker barriere	
Langsomfilter (slow sand filtration)	93-99,99? (<i>Giardia</i>) 48->99,99 (<i>Cryptosporidium</i>)	Fogel et al. 1993
Diatomittsand filter (DE)	99,999->99,9999 (under optimale forhold)	Ongerth & Hutton, 1997
Direktefiltrering (flermedia)	≤99,9 for både <i>Giardia</i> og <i>Cryptosporidium</i> ved modent filter og optimal drift.	Ongerth & Pecoraro 1995
Alkalisik filter (Uten kjemisk felling på filteret)	ingen hygienisk barriere	
Hurtig sandfilter	ingen hygienisk barriere	

natrium hypokloritt, mens *Giardia* cyster tåler opptil 500 ganger høyere klordose enn det som er nødvendig for å inaktivere *E. coli*. Klordioksid (ClO_2) i kombinasjon med natriumhypokloritt er imidlertid vist å kunne gi opptil 99,9% inaktivering av *Cryptosporidium* oocyster, men det var nødvendig å utsette oocystene for minst 1,5 mg/l ClO_2 i 70 minutter etterfulgt av 2,5 mg/l Cl_2 i 155 minutter (Dyksen et al., 1998). Desinfeksjon med ozon gav tilsvarende effekt med 3,0 mg/l og en oppholdstid på 7 minutter. Forsøk gjort med konvensjonelle lavtrykks UV-aggregater, med doser på opptil 10 ganger det som er vanlig benyttet ved vannverk, viste ingen effekt på parasitter. Det er imidlertid i den senere tid gjort en del viktige inaktiveringsforsøk med både lavtrykks- og mellomtrykks UV-systemer som har vist at det er mulig å produsere

UV-aggregater som kan gi over 99,99% inaktivering av *Cryptosporidium* oocyster. Den benyttede lavtrykksmodellen besto av to separate kammer med et 5 mikrometer filter i hvert kammer til å fange opp oocystene mens de bestråles. De to kamrene er koblet i serie slik at oocystene oppnår en total UV-dose på 8748 mWs/cm² som langt overstiger den minimumsdosen på 16 mWs/cm² det stilles krav om for aggregater som skal benyttes ved norske vannverk. En prinsippskisse av dette aggregatet er gitt i figur 1.

Forsøk utført med UV-aggregater med mediumtrykkslamper har imidlertid gitt tilsvarende inaktiveringseffekt ved så "lav" dose som 190 mWs/cm² (Bukhari et al., 1999). En nyutviklet type UV-aggregater som benytter pulserende UV-lys, det vil si lys med høy intensitet gitt i form av korte lysglimt,



Figur 1. Prinsippskisse av avansert lavtrykks UV-aggregat (Clancy et al., 1998)

har også vist å ha en viss effekt på parasitter, ved lavere doser enn det som ble benyttet for lavtrykksaggregatet beskrevet foran (Clancy et al., 1998). En oppsummering av desinfeksjonsresultatene er gjengitt i tabell 2.

Konklusjoner

Smitte av *Giardia* og *Cryptosporidium* ser ikke ut til å være noe stort problem

i norsk drikkevannsforsyning per i dag. En må anta at dersom parasitter hadde vært vanlig forekommende i norsk drikkevann i høye konsentrasjoner, ville vi ha registrert det i form av større sykdomsutbrudd. Det er imidlertid et stort behov for mer kunnskap om forekomst av sykdomsfremkallende tarmparasitter i husdyr, avløpsvann og drikkevannskilder for å kunne gjøre en sik-

Tabell 2. Oppsummering av desinfeksjonsresultater oppnådd med ulike UV-aggregater.

Aggregattype	UV-dose mWs/cm ²	Desinfeksjonseffekt (% reduksjon)
Lavtrykksaggregat m/5 µm filter	8248*	99,99
Mediumtrykks UV-aggregat	410**	>99,99
Pulserende UV-lys	1900*	99,0
Konvensjonelt lavtrykksaggregat m/tynt vannsjikt	180*	0

* Clancy et al. 1998 ** Bukhari et al. 1999

ker vurdering av hvilket smittepress som foreligger. Undersøkelser er nå satt i gang for å fremskaffe denne kunnskapen. Med basis i dagens kunnskap er det viktig at man ser helheten i vannforsyningssystemene, og vurderer hvordan kildebeskyttelse og vannbehandlingsprosesser sammen kan sikre en best mulig beskyttelse mot vannbårne parasittutbrudd.

Basert på erfaring fra andre land, spesielt fra Australia og USA, er følgende tiltak viktige å ta hensyn til ved klauusulering av vannkilder:

- Beskyttelse av nedbørfeltet viktig for å hindre forurensning fra mennesker og dyr. Det kan forandre følgende tiltak:
 - Sterk begrensning av beiteaktiviteten i nedbørfeltet.
 - Hindre husdyr og ville pattedyr i å komme nær vanninntaket
 - Hindre utslipp av avløpsvann til drikkevannskilder
 - Begrense viltbestandene i nedbørfeltet, spesielt elg, hjort, rådyr og bever.
- Rensetiltak som kan fungere som hygienisk barriere:
 - Kjemisk felling, membranfiltrering, Diatomittsandfilter og sannsynligvis langsomfilter.
 - Avanserte desinfeksjonsprosesser, spesielt UV-desinfeksjon med mediumtrykks-lamper og eventuelt ozon.

En forutsetning for at de foran nevnte filterings-/fellingsprosesser skal fungere som en barriere er at det til enhver tid legges vekt på optimal drift og at behandlingsprosessene overvåkes nøye. De beskrevne desinfeksjonsprosesser er

fortsatt under utvikling selv om det allerede finnes UV-aggregater på markedet i USA, som påberoper seg å fungere som en hygienisk barriere, og til en konkurransedyktig pris.

- I tillegg til de tiltakene som er nevnt ovenfor er det også svært viktig å hindre kontaminering av ledningsnettet, ved innsug eller reparasjonsarbeider.

Referanser

- Bukhari, Z., Hargy, T. M., Bolton, J. R., Bertrand, D., Clancy, J. L. (1999). Medium-pressure UV for oocyst inactivation. *Journal of American Water Works Association* 91(3), 86-94.
- Clancy, J. L., Hargy, T. M., Marshall, M. M., Dyksen, J. E. (1998). UV light inactivation of *Cryptosporidium* oocysts. *Journal of American Water Works Association* 90 (9), 92-102.
- Dyksen, J. E., Marshall, M.M., Gera, A., Clancy, J. L. (1998). Cost of advanced UV for inactivating crypto. *Journal of American Water Works Association* 90 (9), 103-111.
- Fogel, D., Isaac-Renton, J., Guasparini, R., Moorehead, W., Ongerth, J. (1993). Removing *Giardia* and *cryptosporidium* by slow sand filtration. *Journal of American Water Works Association* 85 (11), 77-84.
- Ongerth, J. E., Hutton, P. E. (1997). DE filtration to remove *Cryptosporidium*. *Journal of American Water Works Association* 89 (12), 39-46.
- Ongerth, J. E., Pecoraro, J. P. (1995). Removing *Cryptosporidium* using multimedia filters. *Journal of American Water Works Association* 87 (12), 83-89.