

02.11. 2020

## Vurdering av overskridelse av grenseverdi for bromat i drikkevann offshore

I drikkevannsforskriften er grenseverdien for bromat i drikkevann 10 µg/L. Bromatkonsentrasjoner i drikkevann som er egenprodusert offshore kan overskride grenseverdien. Personer som jobber offshore, jobber ofte to uker for så å ha fire uker fri. Arbeidstakerne har tilgang på flaskevann, men egenprodusert vann brukes til matlaging, kaffemaskiner og vannkokere. Folkehelseinstituttet har blitt bedt om å vurdere helserisiko ved periodevis overskridelse av grenseverdi av bromat (10 µg/L) for vannforsyningsystem offshore. Vurderingen er basert på informasjon i Verdens helseorganisasjons (WHO) retningslinjer for vannkvalitet [1] og WHOs monograf på bromat i drikkevann [2].

### *Bakgrunn for forhøyede bromatverdier på offshoreinstallasjoner*

Egenprodusert drikkevann offshore produseres fra sjøvann ved hjelp av evaporator eller omvendt osmose (RO), lagres på lagertank og UV-bestråles når det sendes ut på distribusjonssystemet. Råvannet inneholder bromid fra sjøvannet, samt klor, produsert vha. elektrokloring av sjøvannet ved vanninntaket offshore, for å begrense algevekst og gjentetting av råvannsinntaket. Klor vil oksidere bromid til hypobromsyre (HOBr) og hypobromitt (OBr<sup>-</sup>). Ved eksponering for UV-lys vil bromat (BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>) kunne dannes via et komplekst sett av reaksjoner som også omfatter svært reaktive hydroxylradikaler og klorradikaler.

En omfattende kartlegging av dannelse av UV-desinfeksjonsbiprodukter ble foretatt ved et vannverk i Storbritannia [3]. Anlegget benyttet klor for oksidasjon av mangan i sandfiltre, og man ønsket å benytte UV i høye doser (145 mJ/cm<sup>2</sup>) for å oppnå 3-log inaktivering av clostridier. Det ble foretatt en rekke systematiske tester med ulike nivåer av klordose og UV-dose. Råvannets bromidinnhold varierte i området 60-120 µg Br/l. Det ble utført tester både med lavtrykks (LP) og mellomtrykks-UV-aggregater (MP) og med klordoser på opptil 2 mg Cl<sub>2</sub>/l. **Resultatene viste at bromatdannelsen i relativt liten grad påvirkes av UV-dosen.** Unntaket var for råvann med høyest bromidinnhold (500 µg/l), der man observerte en svak økning i bromatinnhold ved bestråling med UV dose 150 mJ/cm<sup>2</sup>. Lavtrykks UV anlegg hadde større effekt på bromatdannelsen enn mellomtrykks UV[3]. Dette er også vist i andre forsøk.

### *Helseeffekter*

Studier har vist at bromat er mutagent både *in vitro* og *in vivo* og er kreftfremkallende i dyreforsøk. Målorgan for toksisitet er hovedsakelig nyre [2].

Ifølge WHOs retningslinjer, så anses en eksponering som tolererbar/akseptabel dersom den medfører en livstids tilleggsrisiko på mindre enn 1 tilfelle per 100 000 (1x10<sup>-5</sup>) i befolkningen. For bromat så gir en helsebasert grenseverdi på 2 µg/L en beregnet livstids kreftisiko på

$1 \times 10^{-5}$ . På grunn av begrensninger i analyse- og behandlingsmetoder, så er det satt en midlertidig grenseverdi på  $10 \mu\text{g/L}$ , som tilsvarer en beregnet livstids kreftrisiko på  $5 \times 10^{-5}$  [1].

### *Eksposering*

Det er vanlig å gå ut ifra et inntak av 2 liter drikkevann daglig. Det er usikkert i hvor stor grad arbeidstakerne får i seg væske fra henholdsvis flaskevann og kaffe/te. Det er ikke utenkelig at enkelte arbeidstakere får i seg vann hovedsakelig gjennom mat og kaffe eller te. Vi legger derfor til grunn at arbeidstakerne kan innta 2 liter væske fra plattformprodusert vann. Det er gjort en antagelse om at arbeidstakerne er 1/3 av tiden på jobb.

For beregning av helserisiko ved overskridelse av grenseverdi, har vi lagt til grunn at det foreligger en dobling, firedobling og tidobling av grenseverdien, som tilsvarer henholdsvis 20, 40 og  $100 \mu\text{g/L}$  bromat. Det er gjort en antagelse at arbeidstakerne blir eksponert for disse konsentrasjonene kun 1/3 av tiden. For de resterende 2/3 av tiden så legger vi til grunn at bromatkonsentrasjon i drikkevannet er på grenseverdien ( $10 \mu\text{g/L}$ ). Det er ikke tatt hensyn til at eksponeringen er kortere enn en livstid i beregningene.

### *Vurdering av helserisiko*

For bromat antar man at det ikke er noen terskelverdi for helseskadelig effekt, det vil si at for hvert molekyl av bromat man blir eksponert for så øker kreftrisikoen.

Ifølge WHO's retningslinjer, så er livstids kreftrisiko på  $1 \times 10^{-5}$  i befolkningen ansett som akseptabel risiko [1]. Dersom bromatkonsentrasjonen offshore er doblet i forhold til grenseverdien på  $10 \mu\text{g/L}$ , så øker livstids kreftrisiko fra 5 til 6,7 tilfeller per 100 000, altså en økning på 1,7 tilfeller. Sammenlignet med det som er fastsatt som akseptabel risiko (1:100 000), så vil bromatkonsentrasjon offshore på  $20 \mu\text{g/L}$ , gi en økning i livstids kreftrisiko på 6,7 tilfeller (Tabell 1).

Dersom bromatkonsentrasjonen offshore er firedoblet og tidoblet i forhold til grenseverdien på  $10 \mu\text{g/L}$ , så øker livstids kreftrisiko fra  $5 \times 10^{-5}$  til  $1 \times 10^{-4}$  og  $2 \times 10^{-4}$ . Sammenlignet med det som er fastsatt som akseptabel risiko ( $1 \times 10^{-5}$ ), så vil bromatkonsentrasjon offshore på henholdsvis 40 og  $100 \mu\text{g/L}$ , gi en økning i livstids kreftrisiko på 10 og 11 tilfeller per 100 000 (Tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over bromatkonsentrasjoner i drikkevann og beregnet livstids kreftisiko og justert kreftisiko for periodevis eksponering av forhøyede verdier av bromat.

Bromatkonsentrasjon i vann ( $\mu\text{g/L}$ )	Beregnet livstids kreftisiko (eksponering hver dag i 70 år)	Justert eksponering*	Beregnet livstids kreftisiko for justert eksponering
2	$1 \times 10^{-5}$	IR	IR
10	$5 \times 10^{-5}$	IR	IR
20	$1 \times 10^{-4}$	13,3	$6,7 \times 10^{-5}$
40	$2 \times 10^{-4}$	20	$1 \times 10^{-4}$
100	$5 \times 10^{-4}$	40	$2 \times 10^{-4}$

\*Justert eksponering er beregnet slik  $(2x+y)/3$ =justert eksponering, der x er grenseverdi på 10  $\mu\text{g/L}$  og y er konsentrasjon oppgitt i venstre kolonne.

IR; ikke relevant

### *Konklusjon helserisiko*

Dagens grenseverdi for bromat i drikkevann (10  $\mu\text{g/L}$ ) er satt grunnet begrensninger i analyse- og vannbehandlingsmetoder og er fem ganger høyere enn konsentrasjonen som er ansett å gi en akseptabel risiko (2  $\mu\text{g/L}$ ). Økning i tillatt grenseverdi vil ytterligere øke risikoen for helseskade.

I en konservativ beregning hvor det er justert for periodevis eksponering for drikkevann med bromatkonsentrasjoner som er doblet, firedoblet og tidoblet i forhold til dagens grenseverdi, så øker livstids kreftisiko med 6,7, 10 og 11 tilfeller i forhold til 2  $\mu\text{g/L}$ .

### *Mulige tiltak for å begrense dannelsen av bromat*

De vanligst benyttede behandlingsmetodene for å redusere bromatkonsentrasjonen, filtrering gjennom aktive kullfiltre eller bruk av ionebytter, har ifølge WHO begrenset effekt. Forsøk har videre vist at UV-dosen har liten effekt på bromatdannelsen. Den beste metoden for å redusert bromatnivået i egenprodusert vann offshore, vil derfor være å forsøke å gjennomføre tiltak for å begrense tilsatsen av klor i råvannet. Siden det stilles krav om at alle plattformer skal ha to drikkevannsinntak, vil det være verdt å forsøke å unnlate å klorere det inntaket som man benytter til drikkevannsproduksjon og eventuelt kunne alternere mellom de to råvannsinntakene, slik at det, til enhver tid, kun kloreres på det inntaket som ikke er i bruk. Dette kan bidra til å redusere klornivået i råvannet og derigjennom begrense dannelsen av bromat, samtidig som man sikrer en mest mulig optimal desinfeksjon av drikkevannet, ved å opprettholde en UV-dose på minimum 40  $\text{mJ/cm}^2$ .

### Referanser

1. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum*. Geneva: World Health Organization, 2017, Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. *Bromate in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. World Health Organization 2005.
3. Thomas, H.a.B., M., *The risk of disinfection by-product formation with UV-treatment at water treatment works in the UK*. . Proc. IUVA 2017 World Congress, Sep 17-20, Dubrownik, Croatia. (beskrevet i Norsk Vann rapport 240 (2018) UV-desinfeksjon av drikkevann. En suppleringsrapport til UV-veiledningen av 2008, kapittel 6: UV-desinfeksjonsbiprodukter). , 2017.