

Oppdragsgiver: Krødsherad Kommune
Oppdragsnavn: Hoved- og saneringsplan VAO, beredskapsplan etc. Krødsherad
Oppdragsnummer: 627615-01
Utarbeidet av: Eline Klaastad
Oppdragsleder: Anette Desjardins
Dato: 08.12.2021
Tilgjengelighet: Velg et element.

Mikrobiell barriere analyse av Slettemoen vannverk og Noresund vannverk

1. Hensikt
2. Metode for MBA
3. Noresund vannverk
 - 3.1. Eksisterende vannbehandling
 - 3.2. Nødvendig barrierehøyde
 - 3.3. Barrieretiltak
 - 3.3.1. Kreditt for tiltak i nedbørfelt og brønn
 - 3.3.2. Kreditt for tiltak i vannbehandling før desinfeksjon
 - 3.3.3. Kreditt for desinfeksjonstiltak
 - 3.4. Vannverkets samlede barrierestatus
4. Slettemoen vannverk
 - 4.1. Vannbehandling
 - 4.2. Nødvendig barrierehøyde
 - 4.3. Barrieretiltak
 - 4.3.1. Kreditt for tiltak i nedbørfelt og brønn
 - 4.3.2. Kreditt for tiltak i vannbehandling før desinfeksjon
 - 4.3.3. Kreditt for desinfeksjonstiltak
 - 4.4. Vannverkets samlede barrierestatus
5. Desinfeksjonseffekt i løsmasser?

6. Samlet konklusjon og anbefaling

Kilder

Versjonslogg:

01	Dato	Nytt dokument	EK	JB
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

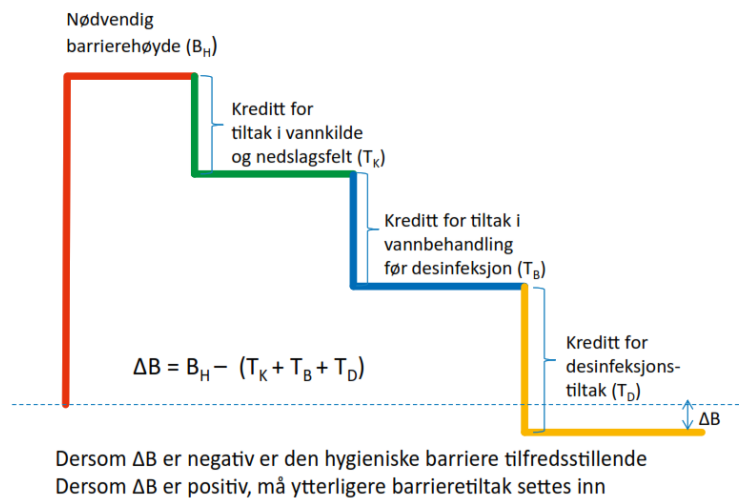
1. Hensikt

Hensikten med dette notatet er å gjøre en gjennomgang av den hygieniske sikkerheten ved de to vannverkene Slettemoen og Noresund i Krødsherad kommune. Metoden som blir brukt er mikrobiell barriere analyse (MBA), som gir de respektive vannverkene en barrierestatus.

I henhold til forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften) §13 skal vannverkseier sikre at råvannet behandles slik at drikkevannet tilfredsstiller kravene i §5. Vannbehandlingen og kildebeskyttelsen etter §12 skal til sammen gi tilstrekkelige hygieniske barrierer.

2. Metode for MBA

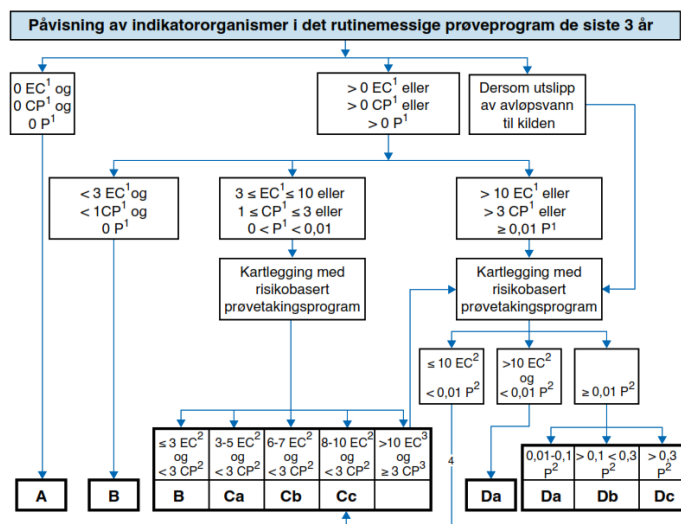
Dette notatet følger Norsk Vanns veiledning i Mikrobiell Barriere Analyse (MBA), rapport 209/2014. I veiledningen legges det opp til beregning av nødvendig barrierehøyde for vannbehandling basert på vannverkets størrelse og historisk registrert råvannskvalitet. Den nødvendige barrierehøyden defineres som den log-reduksjon av de enkelte patogengrupper (bakterier - b, virus - v og parasitter - p) som totalt sett må oppnås i vannverket. Videre bestemmes barrierenivå i nedbørfelt og kilde, i vannbehandling, og i desinfeksjon. Til slutt bestemmes total barrierestatus ved å trekke fra barrieretiltak. Dette er sammenfattet og illustrert i figur 1.



Figur 1 Prosedyre for å bestemme barrierestatus. Fra Norsk Vann 209/2014.

Barrieretiltakene regnes som log-kreditter, hvor 1 log tilsvarer 90% reduksjon, 2 log tilsvarer 99% reduksjon osv.

Når en skal finne vannkvalitetsnivå for et vannverk, ser man på hvor mye e.coli og clostridium perfringens det er i råvannet. Fremgangen for dette er illustrert i figur 2. I noen tilfeller skal det iverksettes et risikobasert prøveprogram dersom det er høye verdier av e.coli og clostridium perfringens.



¹ Funn av angitt indikator [EC – E.Coli, CP – Clostridium Perfringens, P – parasitter (dersom analyse av P foreligger)] over angitt verdi (antall/100 ml) én eller flere ganger i løpet av de siste 3 år.

² Middelkonsentrasjon (antall/100 ml) av angitt indikator over prøveperioden eller registrering av angitt nivå i mer enn 1/6 av prøvene (16,7 %) over perioden. For parasitter gjelder summen av Giardia og Cryptosporidium/100 ml.

³ Eller > 20 EC eller > 6 CP i enkeltprøver.

⁴ Kan bare benyttes dersom det ikke forekommer utslipp av avløpsvann til kilden og < 3 CP påvises.

Figur 2 Prosedyre for å finne kvalitetsnivå på råvann. Fra Norsk Vann 209/2014.

3. Noresund vannverk

3.1. Eksisterende vannbehandling

Noresund vannverk har to brønner som deles med NVA. I brønnene er det pumper som pumper vannet inn i basseng på vannbehandlingsanlegget med kaskadeluftere. Det doseres en lav mengde klor; 0,05 mg/L, samt mulighet for dosering av vannglass for pH-heving som ikke er satt i drift.

Brønnene er inngjerdet på området med vannbehandlingsanlegget. Det er gjennom reguleringsplan per 2006 gitt en rekke begrensninger i brønnområdet.

Beskyttelsessoner rundt inntaksbrønnene er delt inn i tre soner, 0, 1 og 2. Det er innført en rekke restriksjoner i de ulike sonene. Dette innebærer forbud mot infiltrasjonsanlegg og andre utslipp, industri, byggefelt, oljelagring, lagring av plantevernmidler mv. Det skal ikke gjøres uttak av sand for nært grunnvannsnivå. I indre sone skal det begrenses ny bebyggelse og nye veier, og det er forbud mot nedgravde tanker og motordrevne kjøretøy. Bruk av skogsmaskin skal meldes skriftlig, og lagring og fylling av drivstoff skal helst skje utenfor indre sone. Innenfor brønnområdet skal det ikke skje annen aktivitet enn den forbundet med drift av vannverket.

3.2. Nødvendig barrierehøyde

Noresund vannverk får råvann fra to grunnvannsbrønner boret i løsmasser. Det foreligger ikke prøveresultater med *Clostridium perfringens* på råvann. Alle prøvene av drikkevann (rentvann) hvor det er analysert på *Clostridium perfringens* viser analyseresultatet <1 CP pr 100 ml. Resultater fra råvannanalyser av *e.coli* fra Noresund vannverk de siste tre år er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Råvannsprøver av *e.coli* ved Slettemoen vannverk.

	Antall prøver	Snitt [cfu/100 ml]	Max [cfu/100 ml]	Min [cfu/100 ml]	Antall >0
Brønn 1	17	0,06	1	<1	1
Brønn 2	17	0,88	15	<1	1

Begge brønnene har målt én forekomst av *e.coli* de siste tre årene. Disse er ikke målt den samme dato, men med 16 uker mellom. Begge tilfellene hvor det er forekomst av *e.coli* er det tilsynelatende gjort to prøveserier. Det noteres at kun den ene prøven viser

forekomst av e.coli mens det andre prøveresultatet viser $<1 / 100$ ml. Det antas at grunnen til at det er påvist e.coli er graving i grøft like ved anlegget.

Dersom en følger Figur 2 og anser brønn 2 som én råvannsprøve vil en lande i kategorien >10 EC, dvs vannkvalitetsnivå D. Dette vil ikke nødvendigvis medføre riktighet, da det antas at brønnene leverer halvparten av råvannet hver. Dermed ville en blandet råvannsprøve trolig vist lavere innhold av e.coli. På grunnlag av det vil det være for konservativt å plassere Noresund vannverk i vannkvalitetsnivå D, kategorien for råvann med dårligst kvalitet.

Basert på diskusjonen over velges det å legge til grunn at maks innhold av e.coli i blandet råvann inn på anlegget er 8 cfu/ml. Det gir kvalitetsnivå C, men siden middelerdien over alle prøver er ≤ 3 cfu/ml, blir Noresund plassert i vannkvalitetsnivå B.

Det er ifølge vannverksregisteret tilknyttet 765 bosatte personer til vannverket per august 2021. Samme sted oppgis det at det er 550 hytter tilknyttet vannverket, og det blir tatt høyde for at disse hyttene utgjør over 1000 personer tilknyttet vannverket. Med bakgrunn i dette blir nødvendig barrierehøyde på Noresund vannverk satt til **4,50b + 4,50v + 2,50p**.

3.3. Barrieretiltak

3.3.1. Kreditt for tiltak i nedbørfelt og brønn

Tiltakene i nedbørfelt og brønn er funnet i Reguleringsplan grunnvannskilde Sunnelykkja etter 01.06.2006. Områdesikringen i sonene rundt brønnene er totalt sett god. Vannverket kan ikke oppnå mer log-kreditt ved å innføre nye barrieretiltak i tilknytning til grunnvannsbrønnene.

Noe log-kreditt kan oppnås ved å overvåke grunnvannskvalitet grundigere, blant annet ved:

- Utvidet mikrobiell analyse i råvann, minst som risikobasert prøveprogram eller angitt som nettkontroll
- Online måling av råvannskvalitet som kan ved setpunkt stenge råvannstilførsel manuelt eller automatisk, eller bytte vannkilde.

3.3.2. Kreditt for tiltak i vannbehandling før desinfeksjon

Vannverket har ingen tiltak som gir log-kreditt i form av partikkelseparasjon. Hverken tilsetning av vannglass eller kaskadelufting gir noen log-kreditt for fjerning av mikrobiologiske parametere.

3.3.3. Kreditt for desinfeksjonstiltak

Per nå doseres det en lav klordose ved Noresund Vannverk. Ellers er det ingen desinfeksjonstiltak.

Desinfeksjon med klor

For å illustrere barriereeffekt av klorering, benyttes en Ct-beregning (konsentrasjon-tid). Umiddelbart etter tilsetning av desinfeksjonsmiddelet vil det skje et forbruk av klor som skyldes oksidasjon av eksempelvis organisk stoff.

Det foreligger ingen målinger av TOC (total organisk karbon) i vannet på Noresund vannverk. Derfor er det, for illustrasjon av effekten av klor, brukt samme TOC-innhold som på Slettemoen vannverk, dvs. målinger av nettvann i prøvepunkt ved kommunalt avfallsmottak.

Det er beregnet Ct-verdi for forskjellige doseringer med oppholdstid på 60 minutter og med TOC-innhold 2,18 mg TOC/L. Det ble antatt middels grad av stempelstrøm. Resultatene er vist i etterfølgende tabell, Tabell 2.

Tabell 2 Log-kreditt med forskjellige klordoser.

Dosering [mg/L]	Ct [mg min/L]	Bakterier	Virus	Parasitter (giardia/cryptosporodium)
0,05	0,30	0,91	0,23	0,01/0,00
0,10	0,79	2,36	0,59	0,02/0,00
0,16	1,39	4,00	1,04	0,04/0,00
0,20	1,80	4,00	1,35	0,05/0,00
0,30	2,88	4,00	2,16	0,08/0,01
0,40	4,02	4,00	3,02	0,11/0,01

Slik det fremkommer av tabellen ovenfor gir nåværende klordose på 0,05 mg/L ved Noresund vannverk liten barriereeffekt. Med et krav om totalt 4,5 log virusreduksjon må det doseres uhensiktsmessig mye klor for å oppnå tilstrekkelig barrierehøyde. Samtidig vil man ikke kunne oppnå inaktiveringsgrad for parasitter kun ved bruk av klor som desinfeksjon. Dette gjelder både cryptosporodium- og giardia-parasitter.

Desinfeksjon med UV

Et tiltak som kan sikre tilstrekkelig inaktiveringsgrad er installasjon av UV-aggregat. UV gir god barriereeffekt ovenfor alle grupper av mikroorganismer og gir en maks log-kreditt på 4,00b + 3,50v + 4,00p. Dette forutsetter biodosimetrisk stråledose 40 mJ/cm² inklusive tiltak ved kortvarige doseringsbortfall eller redusert effekt, samt enkelte andre sikkerhetstiltak.

3.4. Vannverkets samlede barrierestatus

Nåværende status på Noresund vannverk er vist i Tabell 3. Til tross for at råvannskvaliteten er god, er ikke tiltak i nedbørfelt og brønn tilstrekkelig for å oppfylle nødvendig barrierehøyde. Det vil si at per dags dato har ikke Noresund vannverk tilfredsstillende barrierestatus.

Tabell 3 Nåværende barrierestatus ved Noresund vannverk.

	Bakterier	Virus	Parasitter
Nødvendig barrierehøyde	4,50	4,50	2,50
- Tiltak i nedbørfelt og brønn	0,00	0,00	0,00
- Tiltak i vannbehandling	0,00	0,00	0,00
- Desinfeksjon med klor (0,05 mg/L)	0,91	0,23	0,01/0,00
Vannverkets barrierestatus	3,59	4,27	2,49/2,50

Ettersom gitt log-kreditt med nåværende tiltak ikke gir tilstrekkelig barriereeffekt, er det beregnet hva som kan oppnås ved å øke klordosen. Det ble gjort en regneøvelse for å se hva status med høyere klortilsats kunne vært. Dette er oppsummert i Tabell 4, med log-kreditt for tilsetting av 0,40 mg/L klor. Det kan forbedre status, men den vil fremdeles ikke være tilfredsstillende for barrierestatus til verken bakterier, virus eller parasitter.

Tabell 4 Barrierestatus (log-kreditter) ved Noresund vannverk ved å tilsette 0,4 mg/L klor.

	Bakterier	Virus	Parasitter
Nødvendig barrierehøyde	4,50	4,50	2,50
- Tiltak i nedbørfelt og brønn	0,00	0,00	0,00
- Tiltak i vannbehandling	0,00	0,00	0,00
- Desinfeksjon	4,00	3,02	0,11/0,01
Vannverkets barrierestatus	0,50	1,48	1,14/1,24

Det ble også sett på hvilken effekt installasjon av UV ville kunne hatt på nåværende barrierestatus. Som Tabell 5 under viser, ville installasjon av UV-aggregat kunne gi tilfredsstillende status på bakterier og parasitter. Dette er gitt at tiltak ved kortvarige

doseringsbortfall eller redusert effekt, og tiltak for å redusere risikoen for dette samt andre dimensjonerende tiltak er inkludert..

Tabell 5 Barrierestatus ved Noresund vannverk ved installasjon av UV, uten dosering av klor.

	Bakterier	Virus	Parasitter
Nødvendig barrierehøyde	4,50	4,50	2,50
- Tiltak i nedbørfelt og brønn	0,00	0,00	0,00
- Tiltak i vannbehandling	0,00	0,00	0,00
- Desinfeksjon	4,00	3,50	4,00
Vannverkets barrierestatus	0,50	1,00	-1,50

Til slutt er det satt sammen i Tabell 6 hvordan tilstrekkelig barrierestatus kan oppnås ved kombinasjon av UV og tilsats av klor. Tabellen viser kreditt gitt av UV inklusive sikkerhetstiltak, og tilsetning av 0,16 mg/L klor.

Tabell 6 Barrierestatus ved Noresund vannverk ved installasjon av UV og dosering av klor.

	Bakterier	Virus	Parasitter
Nødvendig barrierehøyde	4,50	4,50	2,50
- Tiltak i nedbørfelt og brønn	0,00	0,00	0,00
- Tiltak i vannbehandling	0,00	0,00	0,00
- Desinfeksjon med UV	4,00	3,50	4,00
- Desinfeksjon med klor.(0,16 mg/l)	4,00	1,04	0,04/0,00
Vannverkets barrierestatus	-3,50	-0,04	-1,61/-1,51

4. Slettemoen vannverk

4.1. Vannbehandling

Slettemoen vannverk tar grunnvann fra to brønner. Pumper i brønnene pumper vann til basseng i vannverket via kaskadeluftere. På anlegget er det klordosering til beredskap, i tillegg til mulighet for dosering av vannglass for pH-justering.

Beskyttelsessonene rundt inntaksbrønnene er delt inn i tre soner, 0, 1 og 2. Det er innført en rekke restriksjoner i de ulike sonene. Dette innebærer forbud mot infiltrasjonsanlegg og andre utslipp, industri, byggefelt, oljelagring, lagring av plantevernmidler mv. Det skal ikke gjøres uttak av sand for nært grunnvannsnivå. I indre sone skal det begrenses ny bebyggelse og nye veier, og det er forbud mot nedgravde tanker og motordrevne

kjøretøy. Bruk av skogsmaskin skal meldes skriftlig, og lagring og fylling av drivstoff skal helst skje utenfor indre sone. Innenfor brønnområdet skal det ikke skje annen aktivitet enn den forbundet med drift av vannverket.

4.2. Nødvendig barrierehøyde

Slettemoen vannverk får råvann fra to grunnvannsbrønner boret i løsmasser. Det foreligger ikke prøveresultater med *Clostridium perfringens* på råvann. Alle prøvene av drikkevann (rentvann) hvor det er analysert på *Clostridium perfringens* viser analyseresultatet <1 CP pr 100 ml. Resultater fra råvannanalyser av *e.coli* fra Noresund vannverk de siste tre år er vist i Tabell 7.

Tabell 7 Råvannsprøver av *e.coli* ved Slettemoen vannverk.

	Antall prøver	Snitt [cfu/100 ml]	Max [cfu/100 ml]	Min [cfu/100 ml]	Antall >0
Brønn 1	16	<1	<1	<1	0
Brønn 2	16	<1	<1	<1	0

Med gitte målinger av indikatororganismer tilhører Slettemoen vannverk vannkvalitetsnivå A - det høyeste nivået definert innen MBA. Ifølge vannverksregisteret er det 900 personer tilknyttet Slettemoen vannverk per august 2021. Basert på vannkvalitetsnivå og antall personer tilknyttet vannverket blir nødvendig barrierehøyde **3,00b + 3,00v + 2,00p**.

4.3. Barrieretiltak

4.3.1. Kreditt for tiltak i nedbørfelt og brønn

Tiltakene i nedbørfelt og brønn er funnet i Områderegulering Slettemoen, 28.04.2020. Områdesikringen i sonene rundt brønnene er totalt sett god. I denne omgang er det tatt høyde for at brønnsonen ikke er inngjerdet, men det er oppgitt at det er planlagt utført. Ved å innføre dette, og andre restriksjoner, kan Slettemoen oppnå noe hygienisk barriere. Noe log-kreditt kan også oppnås ved grundigere overvåkning av råvann, blant annet ved:

- Utvidet mikrobiell analyse i råvann, minst som risikobasert prøveprogram eller angitt som nettkontroll
- Online måling av råvannskvalitet som kan ved setpunkt stenge råvannstilførsel manuelt eller automatisk, eller bytte råvannskilde.

Dette vil ikke være tilstrekkelig for hele den nødvendige barrierehøyden.

4.3.2. Kreditt for tiltak i vannbehandling før desinfeksjon

Vannverket har ingen tiltak som gir log-kreditt i form av partikkelseparasjon. Hverken tilsetning av vannglass eller kaskadelufting gir noen log-kreditt for fjerning av mikrobiologiske parametere.

4.3.3. Kreditt for desinfeksjonstiltak

Det er p.t. ingen desinfeksjonstiltak ved Slettemoen vannverk. På anlegget er det et kloranlegg i beredskap. Ved å ta dette i bruk vil det kunne gi log-kreditt. Ettersom gitt log-kreditt i foregående kategorier ikke er tilstrekkelig, er det beregnet hva som skal til for å oppnå tilstrekkelig log-kreditt.

Det foreligger ikke målinger av TOC i grunnvannsbrønnene på Slettemoen VBA, men noen målinger fra nettvann fra Slettemoen VBA ved Krødsherads avfallsmottak er tilgjengelige. Disse blir valgt å bruke som et utgangspunkt.

Det er beregnet Ct-verdi for forskjellige doseringer med oppholdstid på 60 minutter og med TOC-innhold 2,18 mg TOC/L. Det ble antatt middels grad av stempelstrøm. Resultatene er vist i etterfølgende tabell, Tabell 8.

Tabell 8 Log-kreditt med forskjellige klordoser.

Dosering [mg/L]	Ct [mg min/L]	Bakterier	Virus	Parasitter (giardia/cryptosporodium)
0,05	0,30	0,91	0,23	0,01/0,00
0,10	0,79	2,36	0,59	0,02/0,00
0,20	1,80	4,00	1,35	0,05/0,00
0,30	2,88	4,00	2,16	0,08/0,01
0,40	4,00	4,00	3,02	0,11/0,01

Som for Noresund vannverk vil ikke være mulig å oppnå tilstrekkelig inaktiveringsgrad for parasitter kun ved bruk av klor som desinfeksjon. For bakterier og virus oppnås tilstrekkelig inaktivering først ved en relativt høy klordose; ved 0,4 mg/L klor.

Desinfeksjon med UV

Som beskrevet i avsnitt 3.3 vil UV kunne gi tilfredsstillende barriereeffekt under gitte forutsetninger.

På anlegget er det allerede avsatt plass og montert flenser for innsetting av potensiell installasjon av UV i fremtiden.

4.4. Vannverkets samlede barrierestatus

Nåværende status på Slettemoen vannverk er vist i Tabell 9. Til tross for at råvannskvaliteten er god, er det ingen tiltak for å oppfylle nødvendig barrierehøyde. Det vil si at per dags dato har ikke Slettemoen vannverk tilfredsstillende barrierestatus.

Tabell 9 Nåværende barrierestatus ved Slettemoen vannverk.

	Bakterier	Virus	Parasitter
Nødvendig barrierehøyde	3,00	3,00	2,00
- Tiltak i nedbørfelt og brønn	0,00	0,00	0,00
- Tiltak i vannbehandling	0,00	0,00	0,00
- Desinfeksjon	0,00	0,00	0,00
Vannverkets barrierestatus	3,00	3,00	2,00

Det ble gjort en regneøvelse for å se hva status med klortilsats kunne vært. Dette er summert i Tabell 10, med log-kreditt for tilsetning av eksempelvis 0,20 mg/L klor. Det kan forbedre status, men den vil fremdeles ikke være tilfredsstillende med tanke på virus og parasitter. Ved å tilsette en høyere klordosering vil en kunne oppnå tilstrekkelig barrierehøyde for virus også, men ikke parasitter.

Tabell 10 Barrierestatus ved Slettemoen vannverk ved å tilsette 0,2 mg/L klor.

	Bakterier	Virus	Parasitter (giardia/cryptosporidium)
Nødvendig barrierehøyde	3,00	3,00	2,00
- Tiltak i nedbørfelt og brønn	0,00	0,00	0,00
- Tiltak i vannbehandling	0,00	0,00	0,00
- Desinfeksjon	4,00	1,35	0,05/0
Vannverkets barrierestatus	-1,00	1,65	1,95/2,00

Det ble også sett på hvilken effekt installasjon av UV ville ha på barrierestatus. Som Tabell 11 under viser, vil installasjon av UV-aggregat gi tilfredsstillende status på bakterier, virus

og parasitter. Dette er gitt at tiltak ved kortvarige doseringsbortfall eller redusert effekt, og tiltak for å redusere risikoen for dette samt andre dimensjonerende tiltak er inkludert.

Tabell 11 Barrierestatus ved Slettemoen vannverk ved installasjon av UV.

	Bakterier	Virus	Parasitter
Nødvendig barrierehøyde	3,00	3,00	2,00
- Tiltak i nedbørfelt og brønn	0,00	0,00	0,00
- Tiltak i vannbehandling	0,00	0,00	0,00
- Desinfeksjon	4,00	3,50	4,00
Vannverkets barrierestatus	-1,00	-0,50	-2,00

5. Desinfeksjonseffekt i løsmasser?

Det har blitt diskutert hvorvidt løsmasser har en inaktiveringseffekt på mikroorganismer, blant annet av Kvitsand og Østerhus (2014). De diskuterer blant annet inaktivering av mikroorganismer ved opphold i løsmasser, og konkluderer blant annet med at den naturlige barriereeffekten vil variere mellom ulike vannverk, men også med de ulike mikroorganismene.

Hanne Kvitsand, hovedforfatter av ovenfornevnte artikkel ble kontaktet for å diskutere temaet og status 7 år etter utgivelse. Det har blitt valgt å ikke kvantifisere effekten av desinfeksjon i løsmasser i forbindelse med grunnvannsbrønner. Det er flere argumenter for dette. Løsmassene rundt brønnene vil være stedegne, og det vil være stor variasjon, potensielt også i løsmassene rundt én brønn. Det vil også kreve mye input i form av informasjon for å kunne modellere, hydrogeologer som ressurspersoner mv. Det er ikke dermed sagt at det ikke lar seg gjøre, men det blir raskt så omfattende at det blir lite økonomisk.

Det er midlertidig noe kvantifisering av desinfeksjonseffekten i Sverige. Dette kan leses om i rapport 2016-19 fra Svenskt Vatten Utveckling (2016).

6. Samlet konklusjon og anbefaling

Til tross for god råvannskvalitet har hverken Slettemoen eller Noresund Vannverk tilfredsstillende barrierestatus. Hendelsen med E. coli-forekomst på Noresund VBA

understreker også sårbarheten av å ikke ha desinfeksjon ved vannbehandlingsanleggene selv om vannkvaliteten er god under normale driftsbetingelser.

Begge vannverkene har mulighet for å enkelt oppgradere klordosering fra en reserveløsning til å være permanent. Men dette vil kun gi tilfredsstillende barrierestatus for bakterier. For virus må det benyttes uhensiktsmessig høye klordoser, og for parasitter vil man uansett ikke ha tilfredsstillende barrierestatus kun med klor.

I beregningene som angår klordoseringer vil det ligge en del usikkerhet grunnet manglende målinger av TOC i råvann i tillegg til usikkerhet rundt hydrauliske forhold i klorkontaktbasseng. Ved beslutning om tilsats av klor bør strømningsforhold undersøkes nøyer og TOC-innhold bør måles og klordosen tilpasses dette.

På dette grunnlaget er vannverket i en typisk situasjon for vannverk med grunnvann som vannkilde; kvaliteten er god men det er ingen desinfeksjon av vannet. Derfor er anbefalingen være å installere UV-aggregater på begge anleggene. Installasjon av UV-aggregater vil kunne gi tilfredsstillende barrierestatus både for bakterier, virus og parasitter ved Slettemoen VBA, mens Noresund VBA vil også trenge tilsats av klor eller andre tiltak.

For å få full barriereeffekt for UV, som er det som ble vist i kapitlene ovenfor, er det en del forutsetninger som må på plass. Dette innebærer tiltak ved kortvarig doseringstiltak eller redusert effekt av UV og tiltak for å redusere risikoen for dette, samt andre dimensjonerende tiltak.

Det kan gis kreditt for økt prøvetakingsfrekvens og/eller online måling av råvannskvalitet for begge vannbehandlingsanlegg. Slettemoen VBA vil kunne også oppnå noe kreditt ved den planlagte inngjerdingen av brønnsone. Dette, eller eventuelt økt tilsats av klor utover det som er nevnt kan evt gjøre opp for manglende sikkerhetstiltak i UV-dosering.

Kilder

- Drikkevannsforskriften (2017) *Forskrift om vannforsyning og drikkevann. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868>* (Hentet 29.09.2021)
- Kvitsand, H. M. L. og Østerhus, S. W. (2014) Grunnvannsforsyning fra løsmasser som hygienisk barriere – styrker og svakheter i et klima i endring, VANN . Tilgjengelig fra https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2014_910124.pdf (Hentet 29.09.2021)

- Ødegaard, H., Østerhus, S. og Melin, E. (2014) *Veiledning i mikrobiell barriere analyse (MBA)*. (Norsk Vann rapport 209). Hamar: Norsk vann
- Åström, J., Lindhe, A., Bergvall, M., Rosén L., Lång, L.O. (2016) *Mikrobiologisk riskbedømming av grundvattentäcker*. (Svenskt Vatten Utveckling rapport 2016-19) Bromma (Sverige): Svenskt Vatten. Tilgjengelig fra https://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2016-19.pdf (Hentet 06.10.2021)