

Mikrobiologiska säkerhetsbarriärer

Här ger Livsmedelsverket vägledning om hur kraven i lagstiftningen kan uppnås. Vägledningen är inte bindande och utesluter inte andra sätt att uppfylla kraven.

På den här sidan hittar du information om mikrobiologiska säkerhetsbarriärer vid produktion av dricksvatten som behövs för att dricksvattnet ska vara hälsosamt och rent enligt 6 § LIVSFS 2022:12.

Varför är det viktigt med mikrobiologiska säkerhetsbarriärer?

Den allvarligaste akuta risken som är förknippad med dricksvattenförsörjning är spridning av vattenburna sjukdomar. Många av utbrotten beror på att sjukdomsframkallande mikroorganismer av fekal ursprung från människor eller djur i råvattnet har passerat genom beredningen i vattenverket till dricksvattnet. De mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna är avgörande för att skydda konsumenterna från dricksvattenburen smitta.

Närvaron av fekala indikatororganismer som *E. coli* eller enterokocker ger en indikation på fekal förorening och därmed risk för att sjukdomsframkallande mikroorganismer förekommer. Dock finns det sjukdomsframkallande mikroorganismer som är betydligt tålgare i miljön och svårare att avskilja eller inaktivera än vad de fekala indikatorerna är. Frånvaro av fekala indikatorer är därför ensamt ingen garanti för ett mikrobiologiskt säkert dricksvatten.

Vad är en mikrobiologisk säkerhetsbarriär?

Med en mikrobiologisk säkerhetsbarriär menas ett beredningssteg eller åtgärd i vattenverket som motverkar förekomst av sjukdomsframkallande bakterier, virus och parasitära protozoer i dricksvattnet.

Skyddsbestämmelser om vattentäkt, naturlig grundvattenbildning och liknande som direkt eller indirekt påverkar råvattnets sammansättning räknas därför inte som säkerhetsbarriärer.

De mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna bör ha pekats ut som kritiska styrpunkter i HACCP-systemet och då har även kritiska gränser fastställts för när barriärernas funktion är under kontroll. En kritisk styrpunkt är en funktion som är kritisk och nödvändig för att förebygga, eliminera eller reducera de hälsofaror som i faroanalysen bedömdes kräva åtgärder.

Faroanalys och kritiska styrpunkter för dricksvattenanläggningar

Principer för barriärverkan

Barriärverkan hos ett beredningssteg kan bygga på någon av följande principer:

- Avskiljning
- Inaktivering

Fällning/filtrering innebär avskiljning och desinfektion inaktivering. En av målsättningarna med beredningen är att motverka mikrobiologiska föroreningar av olika karaktär och med olika egenskaper. I ett vattenverk med flera mikrobiologiska säkerhetsbarriärer fungerar därför barriärkonceptet bäst om båda principerna används, till exempel kemisk fällning (avskiljning) kombinerat med desinfektion (inaktivering). En förutsättning för att ett beredningssteg ska fungera som en barriär är att allt vatten passerar den.

Vad räknas som mikrobiologisk säkerhetsbarriär?

Följande beredningssteg kan räknas som barriärer:

- Kort konstgjord infiltration av ytvatten (kortare tid än 14 dagar).
- Kemisk fällning med efterföljande filtrering.
- Långsamfiltrering.
- Primär desinfektion.

- Filtrering genom membran med en nominell porvidd som är mindre eller lika med 100 nm (nanometer), vilket är samma sak som 0.1 µm.

Observera att ett beredningssteg kan vara en säkerhetsbarriär mot en typ av mikroorganism, till exempel bakterier, men inte alls fungera som barriär för andra mikroorganismer som virus eller parasitära protozoer.

Det är viktigt att allt vatten passerar genom beredningssteget för att det ska räknas som en mikrobiologisk säkerhetsbarriär. Om bara en delmängd av vattnet exempelvis passerar ett långsamfilter kan inte långsamfiltret ses som en mikrobiologisk säkerhetsbarriär i vattenverket.

Konstgjord infiltration

Kort konstgjord infiltration bör räknas som en del av beredningen. Det är viktigt att vidta åtgärder för att minska föroreningsriskerna i samband med infiltrationen. Det är speciellt viktigt om infiltrationen är enda mikrobiologiska säkerhetsbarriär i beredningen. Förutsättningarna för en god funktion är att råvattenkvaliteten övervakas noga så att den biologiska processen vid infiltrationen inte slås ut och att föroreningar inte lagras upp i vattentäkten.

Infiltrationens funktion som mikrobiologisk säkerhetsbarriär kan bibehållas genom olika åtgärder, till exempel genom att motverka kanalbildning och att förhindra tillväxt av toxinbildande cyanobakterier. För att få en effektiv avskiljning av mikroorganismer under infiltrationen är det också viktigt att det finns en omättad zon, minst en meter, ovanför grundvattenytan.

Om uppehållstiden är minst 14 dagar, om avståndet mellan infiltrationspunkterna och uttaget minst är 40 meter och om det finns en omättad zon enligt ovan kan råvattnet räknas som grundvatten. En sådan infiltration bör alltså inte räknas som en del av beredningen eller som en barriär. Inducerad infiltration, där omättad zon saknas, kan endast under vissa förutsättningar räknas som mikrobiologisk säkerhetsbarriär.

En förutsättning är att uppehållstiden är tillräcklig. Uppehållstiden beror bland annat på de geohydrologiska förhållandena, avstånd till ytvattnet och uttaget ur råvattenbrunnen. Vid stora uttag kan uppehållstiden i marken bli mycket kort och då blir avskiljningen av mikroorganismer i det närmaste obefintlig. Skillnader i temperatur mellan ytvattnet och råvattnet och nivåskillnader i råvattenbrunnen kontra ytvattnet kan vara användbara parametrar för att avgöra hur snabbt vattnet induceras.

Kemisk fällning med efterföljande filtrering

Faktorer som påverkar fällningens effektivitet som mikrobiologisk säkerhetsbarriär är pH, dosering av fällningskemikalie och ytbelastning. Återföring av redan avskilda föroreningar och rejekt från membran till ett tidigare processteg kan leda till högre koncentrationer av sjukdomsframkallande mikroorganismer i vattnet. Första filtrat efter spolning av filter bör inte distribueras som dricksvatten.

Långsamfiltrering

Filtreringens effektivitet som mikrobiologisk säkerhetsbarriär påverkas av bäddtjocklek, sandfraktion och belastning. För att minimera risken att tillföra förorening från djur (inklusive fåglar) under pågående beredning bör man överväga möjligheten till överbyggnad av långsamfiltren, särskilt om de ligger sent i beredningen. Långsamfilter som inte är överbyggda bör alltid efterföljas av fullgod primär desinfektion.

Primär desinfektion

Syftet med desinfektion är att inaktivera mikroorganismer, i första hand sådana som är sjukdomsframkallande. Begreppet inaktivering innefattar alla förändringar som innebär att mikroorganismerna förlorar sin förmåga att orsaka ohälsa.

Enbart desinfektion med en utformning som syftar till att inaktivera sjukdomsframkallande mikroorganismer som kommer från råvattnet (primär desinfektion) bör räknas som mikrobiologisk säkerhetsbarriär. Sekundär desinfektion är sådana metoder som syftar till att förhindra tillväxt av patogener i ledningsnätet.

Tillräckligt effektiva desinfektionsmedel för detta syfte är:

- Klor, (utom kloramin och för parasiter, se nedan)

- Klordioxid (utom för parasiter)
- Ozon
- UV-ljus

Klor har god förmåga att inaktivera bakterier men är inte en effektiv säkerhetsbarriär mot sjukdomsframkallande parasitära protozoer som Cryptosporidium och Giardia.

Vid tillsats av klor i vatten sker en reaktion med naturligt organiskt material i vattnet och bildar klororganiska föreningar (THM). Det klor som sedan finns kvar är totalt klor och kan delas in i fritt klor och bundet klor.

Fritt klor är summan av vattnets innehåll av löst klor (Cl_2), underklorrylighet (HOCl -) och hypokloritjoner (OCl -). Förhållandet mellan dessa beror på vattnets pH-värde. Störst desinfektionseffekt ges vid ett pH-värde mellan 3-6, då finns allt fritt klor som underklorrylighet.

När tillsatt klor övergår till kloridjoner (Cl^-) sker ingen desinfektion, då kan istället kvävehaltiga föreningar tillsättas för att bilda kloraminer, så kallat bundet klor. Bundet klor används som sekundär desinfektion, det vill säga som desinfektionsmedel i ledningsnät.

Vid desinfektion med UV är det viktigt att tänka på att UV-lampan behöver viss tid för att nå drifttemperatur och därmed få barriärverkan. Det kan vara fallet exempelvis vid anläggningar där UV-aggregatet stängs ner i samband med att distributions- eller råvattenpumpar stannar. Det kan även vara aktuellt om UV-lampan av annan anledning stängts av.

Om vattnet av någon anledning står stilla, till exempel om pumparna är avslagna, samtidigt som UV-aggregatet är påslaget kan vattnets temperatur bli hög och ge mikrobiella problem.

Membranfiltrering

Membranfiltrering räknas som mikrobiologisk säkerhetsbarriär om den kontinuerligt avskiljer partiklar som är större än 100 nm (nanometer, 100 nm = 0,1µm). Vissa virus är mindre än 100 nm varför den nominella porstorleken för membranfilter behöver vara mindre än 100 nm för att fungera som en barriär för dem. Tabellen nedan är hämtad från VISK handbok "Hur man arbetar för att minska samhällets sårbarhet för vattenburen virusmitta trots förändrat klimat".

| Virus, storlek | Bakterier, storlek | Parasitära protozoer, storlek |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 0,01 – 0,3 µm (10 – 300 nm) | 1 – 10 µm (1000 – 10 000 nm) | ca 10 µm och uppåt |

VISK handbok

I vissa fall används membranfiltrering med huvudsyfte att avskilja kemiska ämnen. Då leds ofta en delström av vattnet genom membranet och blandas senare med obehandlat vatten. Används membranet på det sättet räknas det inte som en mikrobiologisk säkerhetsbarriär.

Vad räknas inte som mikrobiologisk säkerhetsbarriär?

Mikrosilning, snabbfiltrering genom sand eller kol utan fällning eller jonbytesfiltrering räknas inte som barriärer. Inte heller biologiskt aktiva kolfilter eller biologisk förbehandling (biologisk filtrering) räknas som sådana barriärer.

Kloramin har låg desinfekterande verkan och kräver mycket lång kontakttid. Därför räknas inte desinfektion med kloramin som en mikrobiologisk säkerhetsbarriär. Klorering med kloramin kan användas för att begränsa mikrobiologisk tillväxt i distributionsanläggningen (sekundär desinfektion).

Antal mikrobiologiska säkerhetsbarriärer (barriärhöjd)

Beredningen ska ha tillräckligt antal barriärer mot mikrobiologisk förorening för att uppfylla kravet att dricksvattnet ska vara hälsosamt och rent enligt 6 § LIVSFS 2022:12.

Svenskt Vatten har tillsammans med Norsk Vann arbetat fram ett koncept för att teoretiskt beräkna vilken förmåga att avskilja sjukdomsframkallande mikroorganismer ett vattenverk behöver i förhållande till åtgärder i råvattentäkten, råvattentyp, råvattenkvalitet, driftförhållanden och storlek.

Konceptet kallas mikrobiell barriäranalys, MBA. Livsmedelsverket rekommenderar detta verktyg för anläggningar som omfattas av lagen (2006:412) om allmänna vattentjänster. Reningskravet uttrycks i MBA som den barriärhöjd i log-enheter (logreduktion) som krävs för att få ett säkert dricksvatten med avseende på bakterier, virus respektive parasitära protozoer. I MBA ingår såväl de barriärer som bygger på avskiljning (till exempel kemisk fällning eller långsamfiltrering) som de barriärer som bygger på inaktivering (det vill säga desinfektion), när barriärhöjden räknas fram. Livsmedelsverket rekommenderar en kombination av avskiljande och inaktiverande barriärer för bästa barriärverkan.

Barriärhöjden definieras som den reduktion av de mikroorganismgrupper (bakterier, virus respektive parasitära protozoer) som totalt sett måste uppnås i vattenverket.

Underlaget i MBA för att bedöma vilken barriärhöjd som krävs är i huvudsak analyser av råvatten med avseende på E.coli, Clostridium perfringens och parasitära protozoer (i MBA kallade parasiter, det vill säga cryptosporidium och giardia). Enterokocker, som också är en fekal indikatororganism, bör också analyseras vid mikrobiologisk kontroll av råvatten. Enterokocker har längre överlevnad i miljön än E.coli och är därför ett bra komplement vid bedömning av vattenkvaliteten. Även somatiska kolifager överlever en längre tid i råvatten och kan användas som en virusindikator på fekal förorening. Koliforma bakterier kan ge en indikation på om exempelvis en grundvattentäkt är påverkad av ytvatten och att det då kan finnas en ökad sannolikhet för att täkten kan påverkas av sjukdomsframkallande mikroorganismer från omgivningen.

Underlaget i MBA baseras främst på undersökningar av råvattenkvalitet. Som ett komplement till sådana undersökningar bör man även ta hänsyn till vad som kommit fram i faroanalysen och i det arbete som ligger till grund för eventuellt vattenskyddsområde och bestämmelser om dem.

I MBA-underlaget anges också att barriärhöjden bestäms med hänsyn taget till hur många anslutna användare ett vattenverk har. Kravet på att dricksvattnet ska vara hälsosamt och rent i 6 § LIVSFS 2022:12 gäller alla dricksvattenanläggningar som omfattas av föreskrifterna, oavsett storlek och antal anslutna. Därför anser Livsmedelsverket att man i beräkningen ska utgå från det största vattenverket.

Ett annat verktyg som kan användas som komplement till MBA är kvantitativ mikrobiologisk riskanalys, QMRA. QMRA är ett modelleringsverktyg där man kan ändra olika förutsättningar för sitt vattenverk för att se hur beredningen fungerar. I QMRA-verktyget finns teoretiska data men det finns också möjlighet att mata in egna uppgifter på till exempel patogenförekomst i råvatten och avskiljningsförmåga för det egna vattenverket.

Det finns också möjlighet att simulera driftstörningar och extrema händelser. Med QMRA kan man få fram log-reduktion av valda sjukdomsframkallande mikroorganismer och sannolikhet/risk för sjukdom. QMRA-verktyget finns att ladda ner från DRICKS på Chalmers.

Genom att använda MBA och QMRA kan man få en uppskattning av vilken barriärhöjd som krävs och därmed också om antalet barriärer är tillräckligt. Man kan också få en viss bedömning om desinfektionen är tillräckligt effektiv.

Förenklat sätt att bedöma antal mikrobiologiska säkerhetsbarriärer

Ett annat, mycket förenklat, sätt att bedöma vad som är tillräckligt antal barriärer är att använda tabellen här nedanför. Här är det endast antalet barriärer som avses, inte barriärernas sammanlagda barriärhöjd (log-reduktion).

För dricksvattenanläggningar som omfattas av lagen (2006:412) om allmänna vattentjänster rekommenderar Livsmedelsverket att MBA-verktyget används. För övriga dricksvattenanläggningar kan den förenklade tabellen användas.

Tabellen baseras på det normala antalet indikatorbakterier i råvattnet. Det är dock viktigt att ta reda på och sedan väga in råvattnets kortsiktiga kvalitetsvariationer, eftersom allvarliga mikrobiologiska föroreningar kan ha en kort varaktighet. Faroanalysen kan då vara till hjälp, underlag för eventuellt vattenskyddsområde kan också ge information om vilka mikroorganismer som kan förväntas förekomma i råvattnet.

För att uppskatta vad som är den normala råvattenkvaliteten bör ett antal råvattenanalyser ha gjorts, gärna vid olika årstider. Viktig information om råvattnets kvalitet kan också fås från de kemiska undersökningarna, framförallt turbitidet, färg, organiskt material och pH.

Man kan förvänta sig att de mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna inte fungerar lika bra vid alla tidpunkter. Ett exempel på en känslig tidpunkt är när filter spolats. Förutom att beredningen ska klara sämsta råvattenkvalitet och/eller högsta produktionsvolym ska den vara utformad och skötas så att det är möjligt att leverera ett säkert dricksvatten även när den fungerar som sämst.

Råvatten med påvisade E. coli, enterokocker eller koliforma bakterier är sannolikt påverkat av fekal förorening. Enligt tabellen bör vattenverk med sådant råvatten förses med minst två barriärer. Även ett ytvatten som normalt har låga eller ej påvisbara halter av indikatorbakterier kan förorenas snabbt. Därför bör vattenverk med ytvatten som råvatten ha minst en barriär.

En kombination av barriärer med avskiljande och inaktiverande verkan är alltid att föredra.

I tabellen nedan finns information om rekommenderat minsta antal säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening i relation till råvattnets normala innehåll av olika bakterier. Livsmedelsverket rekommenderar att alla dricksvattenanläggningar som använder opåverkat grundvatten som råvatten och producerar över 400 m³/dygn bör ha en mikrobiologisk säkerhetsbarriär i kontinuerlig drift.

Tecknet > betyder "mer än".

| Parameter | Opåverkat grundvatten, minst 1 barriär | Ytvatten och ytvatten-påverkat grundvatten, minst 1 barriär | Ytvatten och ytvatten-påverkat grundvatten, minst 2 barriärer | Ytvatten och ytvatten-påverkat grundvatten, minst 3 barriärer |
|-----------------------------|--|---|---|---|
| E. coli eller entero-kocker | Ej påvisad (i 100 ml) | Ej påvisad (i 100 ml) | 1-10 (antal/100 ml) | >10 (antal/100 ml) |
| Koliforma bakterier | Ej påvisad (i 100 ml) | Ej påvisad-10 (antal/100 ml) | >10-100 (antal/100 ml) | >100 (antal/100 ml) |

Hur kontrolleras desinfektionens effektivitet?

Internationellt används ofta inaktivering av 99 % (2-log) av antalet sjukdomsframkallande mikroorganismer som ett mått på att desinfektionen är effektiv. Siffran 99 % är konservativ, och det borde i praktiken vara relativt lätt att åstadkomma större inaktivering. Även om 99 % vid första anblick kan verka mycket, är det i desinfektionssammanhang inte alltid tillräckligt och i praktiken kan en högre inaktivering ofta åstadkommas. Ett vatten som innehåller 1 000 000 bakterier kommer efter en reducering om 99 % fortfarande innehålla 10 000 bakterier. Ett gram fekalier kan innehålla flera miljarder mikroorganismer medan infektionsdosen för vissa av dem bara är några hundratal. Av den anledning bör siffran 99 % närmast användas som ett mått på när en mikrobiologisk säkerhetsbarriär upphör att vara effektiv. Strävan bör vara att uppnå en större reducering. Log-reduktionen för olika desinfektionsmetoder skiljer sig åt beroende på mikroorganism (bakterier, virus, parasitära protozoer).

Log-begreppet

Ett sätt att ange hur mycket mikroorganismer som inaktiveras i en barriär (reduktionen) är att uttrycka det i procent, %. Ett annat sätt att uttrycka samma sak är att använda log-reduktion, då uttryckt som exponenten i en logaritmisk skala med basen tio.

Exempelvis kan en barriär avskilja 90 % av en viss mikroorganism, det innebär att en tiondel av den ursprungliga halten finns kvar. Halten har då reducerats med en faktor 10 (=10¹) vilket är samma sak som 1-logs reduktion. En reduktion på 99 % motsvaras av 2-log, 99,9 % av 3-log och så vidare.

Direkta analyser av sjukdomsframkallande mikroorganismer är i de flesta fall för arbetskrävande och långsamma för att vara användbara som kontroll av desinfektionens effektivitet. Dessutom är antalet sådana mikroorganismer normalt mycket lågt, vilket försvårar kvantitativa utvärderingar.

Därför är det i praktiken inte möjligt att direkt mäta avskiljning eller inaktivering av sjukdomsframkallande mikroorganismer i beredningen på varje vattenverk. Även antalet koliforma bakterier, *E. coli*, enterokocker och *Clostridium perfringens* i råvattnet är i normalfallet för lågt för att dessa parametrar ska kunna användas för att mäta desinfektionens effektivitet.

C. perfringens kan i vissa fall vara en indikation på att desinfektionen inte är tillräckligt effektiv. Om det finns mätbara halter av *C. perfringens* i råvattnet och dessa passerar vattenverkets mikrobiologiska säkerhetsbarriärer finns det också risk att exempelvis oocystor av *cryptosporidium* kan passera.

Desinfektionens effektivitet påverkas av hur mycket partiklar och organiskt material som finns i vattnet, koncentration och kontaktid för desinfektionsmedlet, strömningsbild i kontaktbassänger samt vattnets temperatur, pH och kemiska sammansättning. Även driftstörningar i de föregående beredningsstegen t.ex. kemisk fällning eller långsamfilter, påverkar hur effektiv desinfektionen är.

Partiklar och organiskt material i vattnet kan förbruka en stor del av desinfektionsmedlet och mikroorganismerna kan också skyddas av partiklar och grumlighet från att nås av exempelvis UV-ljus. Generellt gäller regeln att ju mindre grumlighet och färg ett vatten har desto effektivare fungerar desinfektionen.

Desinfektion och Ct-värde

För att bedöma den kemiska desinfektionens (klor och ozon) effektivitet är Ct-värdet användbart (C=desinfektionsmedlets koncentration och t=kontakttiden). Vid beräkning av vilken koncentration av desinfektionsmedel man behöver för att uppnå ett visst Ct-värde tas också hänsyn till den initiala förbrukningen av desinfektionsmedel som sker när exempelvis organiskt material oxideras.

Information om hur man beräknar Ct och dimensionerande Ct-värden för olika typer av kemiska desinfektionsmedel finns i litteraturen om MBA och i Svenskt Vattens publikation Dricksvattenteknik 4. Vid beräkning av Ct för klordesinfektion bör alltid halten fri klor användas.

För UV-desinfektion motsvaras Ct-begreppet närmast av UV-dos. UV-dos anges i Europa vanligen i J/m^2 men sorten mJ/cm^2 förekommer också. $1 mJ/cm^2$ motsvaras av $10 J/m^2$. Med UV-dos avses hur mycket UV-ljus en viss punkt (eller exempelvis en viss mikroorganism) utsätts för när vattnet passerar genom UV-anläggningen.

UV-dosen kan i princip förklaras som den intensitet av UV-ljus en mikroorganism utsätts för, gånger tiden den utsätts för detta. Det styrs av flödet genom UV-anläggningen. UV-dosen är också beroende av vilken "genomskinlighet" vattnet har. Genomskinligheten anges antingen som UV-transmittans/transmission (UV-T) eller som UV-absorption (UV-abs) vid våglängden 254 nm. Vattnets färg men även grumlighet påverkar alltså UV-dosen.

UV-transmittans/transmission och UV-absorbans

- UV-transmittans/transmission = hur stor del av det inkommande UV-ljuset som passerar en viss vattenmängd (mätsträcka i vattnet).
- UV-absorbans = hur mycket en viss vattenmängd reducerar det inkommande UV-ljuset.

Det kan förefalla enkelt att teoretiskt beräkna ut vilken UV-dos som erhålls i ett UV-aggregat. I verkligheten är det dock i stort sett omöjligt att göra detta eftersom intensiteten är olika i olika delar av aggregatet och vattenströmningen genom ett aggregat är aldrig perfekt likformig över hela volymen.

För att få ett entydigt mått på UV-dos som är jämförbar mellan olika tillverkare och typer av aggregat kan istället så kallad biodosimetrisk dos användas. Den biodosimetriska dosen testas i fullskala i en testanläggning.

Det finns olika standarder för sådan testning, de vanligaste i Europa är den österrikiska ÖNORM M 5873

och den tyska DVGW W 294. Den europeiska standarden SS-EN 14897 är främst avsedd för mindre UV-anläggningar som är tänkta att installeras i byggnader på inkommande dricksvatten från ledningsnätet och inte för anläggningar på vattenverk.

De tyska och österrikiska standarderna används för certifiering av UV-aggregat. Kravet i bägge standarderna är att UV-aggregaten minst ska ge en UV-dos av 400 J/m². Det finns också amerikanska regler för att validera UV-aggregat. Den amerikanska valideringen är dock betydligt öppnare och tillåter även lägre UV-doser. Norge har ett typgodkännande för UV-aggregat som utfärdas av Folkhelseinstituttet, FHI.

Vid upphandling av nya UV-aggregat bör man välja certifierade, validerade eller typgodkända aggregat. En bedömning av vad som krävs för att ha tillräcklig barriärverkan mot bakterier, virus och parasitära protozoer vid varje enskilt vattenverk måste ligga till grund för val av UV-dos.

En UV-dos av 400 J/m² i enlighet med tysk och österrikisk standard bedöms dock i de flesta fall ge god barriärverkan. Mer information om UV-desinfektion finns i Svenskt Vattens publikation P117, Råd och riktlinjer för UV-ljus vid vattenverk.

Övervakning av barriärernas effektivitet görs vanligen med indirekta metoder. Barriärernas funktion bör ha pekats ut som kritiska styrpunkter, CCP, i HACCP-systemet. Övervakning att de fungerar på ett tillfredsställande sätt och att de kritiska styrpunkterna är under kontroll görs i enlighet med de förfaranden som definierats i HACCP-systemet. Detta gäller de inaktiverande barriärerna (desinfektion) men även de avskiljande barriärerna (filtrering/fällning).

Mer information

Livsmedelsverket. Mikrobiologiska dricksvattenrisker ur ett kretsloppsperspektiv – behov och åtgärder. Rapport 6-2012

Livsmedelsverket. Nordic Expert Survey on Future Foodborne and Waterborne Outbreaks. Rapport 17-2012

Livsmedelsverket 2013. Mikrobiologiska dricksvattenrisker. Behovsanalys för svensk dricksvattenförsörjning – sammanställning av intervjuer och workshop

Livsmedelsverkets riskprofil. Dricksvatten och mikrobiologiska risker. Rapport 28-2005.

Livsmedelsverkets riskvärdering. Cryptosporidium i dricksvatten. Rapport 7-2013

Livsmedelsverket, Folkhälsomyndigheten, Svenskt Vatten 2017. Cryptosporidium och Giardia – rekommendationer om åtgärder för att minska risken för vattenburen smitta

Svenskt Vatten

Blomberg J (redaktör) (1998) Konstgjord grundvattenbildning - avskiljning av organiskt material i den omättade zonen. VA-Forsk Rapport 1999:18. Svenskt Vatten, Stockholm.

Engblom K, Lundh M (2006) Mikrobiologisk barriärverkan vid konstgjord grundvattenbildning - en litteraturstudie om påverkande faktorer. VA-Forsk Rapport 2006:10. Svenskt Vatten, Stockholm.

Introduktion till Mikrobiologisk Barriäranalys (MBA)

Lundh M, Holmström E, Långmark J, Rydberg H (2006) Reduktion av naturligt organiskt material och mikroorganismer i konstgjord grundvattenbildning. Del 1: Kolonnförsök med natursand ifrån Gråbo. VA-Forsk Rapport 2006:19. Svenskt Vatten, Stockholm.

MRA – ett modellverktyg för svenska vattenverk

Persson F, Heinicke G, Hedberg T, Bergstedt O, Wångsell C, Rydberg H, et al. (2005) Mikrobiologiska barriärer i vattenrening. VA-Forsk Rapport 2005-17. Stockholm: Svenskt Vatten.

Råd och riktlinjer för UV-ljus vid vattenverk. Publikation 2009.

Råvattenkontroll – krav på råvattenkvalitet, 2008-12-08

DRICKS - QMRA-verktyget

Norsk Vann

Norsk Vann 2008. Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann. Rapport 164.

Norsk Vann 2009. Optimal desinfeksjonspraksis, fase 2. Rapport 169.

Norsk Vann 2009. Veiledning til bestemmelse av god desinfeksjonspraksis, slutt rapport. Rapport 170.

Norsk Vann 2014. Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline. Rapport 202

Norsk Vann 2014. Veiledning i mikrobiell barriere analyse (MBA). Rapport 209

NORVAR 2006. Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann, fase 1. Rapport 147. Samt tillegg rapport.

Senast oppdaterad 18 december 2024 Ansvarig grupp ROR_DK