

Råvattenkontroll – Krav på råvattenkvalitet

2008-12-08

Förord

Det är viktigt att råvaran till vårt viktigaste livsmedel, dricksvatten, håller en hög kvalitet. Svenskt Vatten har goda erfarenheter av vattenskydd och uppströmsarbete. Vattenskydd är ett viktigt instrument för att skydda grundvatten, sjöar och vattendrag, vilka används vid produktion av dricksvatten. Med uppströmsarbete menas att eventuella föroreningar i vattnet bör reduceras/elimineras där de uppstår, till exempel vid en industri eller ett jordbruk.

I tidigare föreskrifter från Livsmedelsverket¹ fanns krav på undersökning av råvatten samt riktvärden för råvattenkvalitet. Numera är kraven omgjorda till råd i vägledningen till gällande dricksvattenföreskrifter. Dessutom finns ramdirektivet² för vatten från EU, med tillhörande dotterdirektiv (till exempel grundvattendirektivet³). Dessa direktiv innehåller bland annat riktlinjer för hur naturliga vattenmiljöer ska skyddas, vilket har stor betydelse för råvattenkvaliteten. Naturvårdsverket när det gäller ytvatten och Sveriges geologiska undersökning (SGU) när det gäller grundvatten, är de viktigaste myndigheterna på nationell nivå för hur dessa två direktiv införlivas i svensk lagstiftning.

Svenskt Vatten vill med dessa branschriktlinjer för producenter av dricksvatten med flera, bland annat skapa ett underlag som kan användas för att bedöma behovet av att ställa krav på verksamhetsutövare i tillrinningsområdet. Krav kan innebära reningsåtgärder för verksamhetsutövare eller förändring av verksamheter i närheten av vattentäkten för att skydda råvattnet. Vid utformning av vattenskyddsområde med tillhörande vattenskyddsföreskrifter kan riktlinjer med krav på råvattenkvalitet vara ett bra stöd.

Det är viktigt för den som producerar dricksvatten att känna till råvattnets kvalitet. Beroende på typ av råvatten är det också viktigt att vara medveten om årstidsvariationer i råvattnets sammansättning.

Att bereda dricksvatten av ett råvatten innebär att tillämpa fysikaliska, mikrobiologiska och kemiska processer i avsikt att:

- avlägsna föroreningar ur vattnet
- skapa barriärer mot vattenburen smitta
- avstämma vattnets kvalitet så att det passar distribution och konsumtion.

¹ Livsmedelsverket (allmänna och övriga anläggningar) och Socialstyrelsen (enskilda anläggningar) har nationellt myndighetsansvar för dricksvattenförsörjningen i Sverige.

² EG-direktiv 2000/60/EG (ramdirektivet för vatten).

³ EG-direktiv 2006/118/EG (grundvattendirektivet).

En förutsättning för att kunna genomföra dessa processer framgångsrikt är att känna råvattnets kvalitet och dess variationer så att beredningsprocessen kan anpassas och ge ett dricksvatten med stabil och tillfredsställande kvalitet.

Svenskt Vatten är branschorganisation för kommunala allmänna VA-anläggningar. Dessa branschriktlinjer vänder sig i första hand till Svenskt Vattens medlemmar, men kan naturligtvis även användas av andra.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Grundvatten	3
3	Ytvatten	5
4	Konstgjord grundvattenbildning	7
4.1	Inducerad infiltration och mikrobiologisk barriärverkan	8
5	Råvattenkontroll – beskrivning av parametrar	9
5.1	Mikrobiologisk kontroll	9
5.1.1	Indikatororganismer (Tabell 1)	12
5.1.2	Sjukdomsframkallande mikroorganismer (Tabell 1)	13
5.1.3	Mikroorganismer och temperatur	16
5.1.4	Algtoxiner	16
5.2	Fysikalisk kontroll	16
5.3	Kemisk kontroll	18
6	Hur ofta bör man ta råvattenprover?	22
6.1	Provtagningsfrekvens baserad på kunskap	23
7	Bör alla parametrar analyseras för alla råvattenprov?	25
7.1	Mikrobiologisk kontroll	25
7.2	Fysikalisk kontroll	25
7.3	Kemisk kontroll	26
8	Litteraturtips	27
9	Internet, några tips om läsvärda hemsidor	28
10	Bilagor	29

Bilagor

- Bilaga 1 Utdrag ur Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten, SLVFS 1993:35. **SLVFS 1993:35 har upphört att gälla!**
- Bilaga 2 Mikrobiologiska säkerhetsbarriärer: Utdrag ur Vägledning till Livsmedelsverkets Dricksvattenföreskrifter, version 3 (2006-03-01), sid. 24-30
- Bilaga 3 Definition av avrinnings-, tillrinnings- och nederbördsområde.

1 Inledning

Att bereda dricksvatten av ett råvatten innebär att tillämpa fysikaliska, mikrobiologiska och kemiska processer i avsikt att:

- avlägsna föroreningar ur råvattnet
- skapa barriärer mot vattenburen smitta
- avstämna dricksvattnets kvalitet så att det passar distribution och konsumtion.

En förutsättning för att kunna genomföra dessa processer framgångsrikt är att känna råvattnets kvalitet och dess variationer så att beredningsprocessen kan anpassas och ge ett dricksvatten med stabil och tillfredsställande kvalitet.

Naturliga sötvatten som används för dricksvattenberedning kommer från sjöar, vattendrag och grundvatten. Den helt övervägande delen av sötvattnet finns i marken som grundvatten. I Sverige bereds ändå ca 50 % av allt dricksvatten från ytvatten, även om antalet grundvattenverk är nästa tio gånger fler än antalet ytvattenverk. Sjöar och vattendrag ger oftast volymmässigt en större tillgång till vatten lokalt. Ett bra exempel på det är sjön Mälaren, som försörjer Storstockholm med dricksvatten. Den mängd vatten som stora städer behöver kan oftast bara fås från en ytvattentäkt, vilket förklarar fördelningen. Då vägs transport av vatten också in som en viktig faktor.

Oavsett ursprung (yt- eller grundvatten) är det mycket viktigt att skydda en av våra viktigaste naturresurser, vatten, som ger oss vårt viktigaste livsmedel, dricksvatten. Det görs bland annat genom att för råvattnetäkter fastställa ett vattenskyddsområde med tillhörande vattenskyddsföreskrifter.

Eftersom kvaliteten hos grundvatten normalt varierar i relativt liten utsträckning och ofta är tillfredsställande ur såväl mikrobiologisk som kemisk synvinkel med tanke på konsumtion, har många grundvattenverk traditionellt ingen eller en mycket enkel beredningsprocess. Ytvattenverken har, till följd av varierande och ibland behandlingskrävande vattenkvalitet, mer komplicerade processer. Här finns också ett större behov av att skapa barriärer mot mikrobiologisk aktivitet. Efterhand som kunskapen om de distributionstekniska förutsättningarna vuxit, samtidigt som allt fler grundvattentäkter visat sig innehålla endera bekämpningsmedelsrester eller föroreningar i form av exempelvis metalljoner har det i större utsträckning än tidigare blivit intressant att också behandla grundvattnen.

Vid en andel av vattenverken tillämpas det som brukar kallas konstgjord grundvattenbildning. Genom att infiltrera ytvatten genom lämpliga marklager utnyttjas markens reningsprocesser och vattnet får genom detta förfarande en kvalitet som mer liknar ett naturligt grundvattens. Beroende av bland annat kvaliteten hos det vatten som ska infiltreras, uppehållstiden i marken och marklagrens geologi och hydrologi kan effekten av behandlingen variera.

Genom att försöka påverka dessa förutsättningar kan således kvaliteten hos det konstgjorda grundvattnet i viss mån förändras och ur denna synvinkel kan infiltrationen snarast betraktas som ett behandlingssteg i ett ytvattenverk.

2 Grundvatten

Observera att grundvatten ibland kan vara ytvattenpåverkat och benämns då ”**Ytvattenpåverkat grundvatten**”. Gränsen för ytvattenpåverkan är om uppehållstiden i marken är 14 dygn eller kortare för ytvatten som infiltrerar till ett grundvattenmagasin.

Grundvatten har ofta en förhållandevis stabil kvalitet avseende såväl sammansättning som temperatur och har påverkats av markens egna mikrobiologiska och kemiska reningsprocesser. Detta innebär att vattnets innehåll av naturligt organiskt material (NOM) normalt är lågt och att den mikrobiologiska aktiviteten är liten. Däremot innehåller vattnet ofta högre halter av oorganiska salter än ytvatten och inte sällan är pH-värdet något lägre. Eftersom vattnet naturligt varit utsatt för mikrobiologisk nedbrytning av NOM är ofta också syrehalten i vattnet låg.

Beroende på berggrund kan sammansättningen variera och där berget är kalkrikt har grundvattnet hög alkalinitet och hårdhet. Flera parametrar av oorganisk karaktär har gränsvärden som ibland överskrids i grundvatten. Detta gäller exempelvis fluorid, radon och uran. I grundvatten förekommer ofta järn och mangan i betydande omfattning, element som inte utgör någon hälsomässig fara, men som kan skapa betydande tekniska och estetiska problem.

Det är viktigt att kontrollera grundvattennivåer inom ett vattentäktsområde. Grundvattennivån ger kunskap om belastning samt kan även ge indikationer om vattenkvalitet. Vattennivå kan mätas med hjälp av ett antal grundvattenrör i marken inom vattentäktsområdet.

Även om markens egna reningsprocesser är effektiva kan genom industriell verksamhet eller jordbruk tillförda föroreningar ibland passera ner i grundvattnet. Bekämpningsmedel och deras nedbrytningsprodukter detekteras i växande omfattning i grundvatten. I tätbebyggda samhällen och i närheten av industrier kan det förekomma andra organiska föroreningar, såsom exempelvis oljeprodukter och/eller klorerade kolväten. Grundvatten är känsligt för föroreningar på så sätt att de tenderar att bli kvar längre i grundvatten jämfört med ytvatten. Omsättningen av vatten i marken är långsammare än för ytvatten.

Förhöjd förekomst av kväve- och fosforsystemen, liksom av NOM och mikrobiologisk aktivitet kan indikera påverkan från yt-, dag-, eller avloppsvatten och måste självfallet utredas och åtgärdas.

Med begreppet ”kvävesystemet” menas vattnets innehåll av ammonium-, nitrit- och nitratjoner. Kväve förekommer också organiskt bundet och kan frigöras vid nedbrytning av NOM. Vid syrefattiga förhållanden dominerar ammoniumjonen som är den mest reducerade formen, medan nitratjonen dominerar under

syrerika. Nitritjonen förekommer normalt i låga halter som en intermediär mellan de andra båda jonerna.

”Fosforsystemet” föreligger i huvudsak endera som fosfatjoner eller organiskt bundet fosfor, och kan liksom kväve frigöras vid nedbrytning av NOM.

Det faktum att grundvatten ändå ofta uppvisar en kvalitet som passar konsumtion, innebär inte att det kan distribueras utan att kvaliteten försämras. Hög alkalinitet och förhållandevis lågt pH-värde kan exempelvis ge upphov till kraftig korrosion på kopparledningar. Är kalciumhalten också hög kan utfällningar av kalciumkarbonat ge upphov till funktionsstörningar såväl på vattenverket och under distributionen, som i hushållsinstallationer, exempelvis varmvattenberedare, disk- och tvättmaskiner. Hög halt av framförallt klorid, men också av sulfat kan indikera förekomst av relict eller inträngande havsvatten och ge upphov till lokala korrosionsangrepp på metalliska konstruktionsmaterial. Även förhöjda halter av reducerade kväveföreningar kan ha denna inverkan.

Vid beredning av dricksvatten från grundvatten utnyttjas ofta flera brunnar som råvattentäkter. Inte sällan skiljer sig vattenkvaliteten mellan dessa brunnar åt, vilket får till följd att råvattnets kvalitet är beroende av blandningsförhållandet mellan de olika brunnarnas vatten. Det är också vanligt att vattenkvaliteten varierar i samma brunn beroende på hur hårt den belastas. Eftersom en stabil utgående dricksvattenkvalitet ska eftersträvas, är också dessa förhållanden av central betydelse.

3 Ytvatten

Ytvatten i sjöar och vattendrag har kvaliteter som i betydande utsträckning bestäms av ytliga tillflöden i form av bäckar, ytavrinning och nederbörd, men också tillrinnande grundvatten påverkar. Temperaturen kan variera inom vida gränser och uppehållstiden är vanligen betydligt kortare än för grundvatten. Sammantaget innebär detta, att ytvattens kvaliteter varierar som en följd av såväl årstid som meteorologiska förhållanden. Dessutom är ofta ett ytvatten i högre grad utsatt för samhällets påverkan från lokala utsläpp och mer diffust i form av nedfall och tillförsel av bland annat näringsämnen och bekämpningsmedel från jordbruk.

Speciellt sjöar uppvisar skillnader i vattenkvalitet mellan ytligt och djupare liggande vatten. Gränsen mellan vattenmassorna kallas språngskiktet. Över språngskiktet varierar temperaturen med årstiden och här förekommer en högre grad av biologisk aktivitet och syretillgången är god. Under språngskiktet förekommer också varierande omfattning av biologisk aktivitet och om näringstillgången är god kan vattnet bli syrefattigt. Låg syrehalt kan bland annat leda till att järn- och manganföreningar löser upp sig och att reducerade kväveföreningar bildas. Eftersom vatten har som högst densitet vid cirka 4 °C, blir vattnet under språngskiktet normalt aldrig kallare. I större öppnare sjöar kan dock vinden förhindra tidig isläggning. Kallt ytvatten kan då föras ned på djupet med hjälp av vindinducerade strömmar. Temperaturer ned mot 1-2 °C i bottenvattnet är där inte ovanligt under den kalla årstiden.

Två gånger om året, på höst och vår, kommer det ytliga vattnet att anta samma temperatur som det djupare liggande till följd av de meteorologiska förhållandena. Detta innebär att hela vattenvolymen får samma densitet och kan därmed blandas, något som ofta tydligt märks som en plötslig råvattenkvalitetsförändring vid ytvattenverken.

Förekomsten av NOM i sjöar och vattendrag är ofta betydligt högre än i grundvatten som ett resultat av den pågående mikrobiologiska nedbrytningen av döda växter och djur och inte sällan är också den mikrobiologiska aktiviteten omfattande. Dessa parametrar kan också variera kraftigt under året.

I huvudsak som ett resultat av den mikrobiologiska aktiviteten varierar vattnets innehåll av karbonatsystemets komponenter och förekomsten av koldioxid påverkar också vattnets pH-värde. Dessa parametrar, tillsammans med förekomsten av NOM, är centrala i vattenberedningen och kännedom om deras variationer är en förutsättning för att en stabil utgående vattenkvalitet ska kunna beredas. Normalt är totalhalten av karbonatsystemets komponenter så låg, att tillskott av alkalinitetshöjande kemikalier erfordras för att en ur korrosionssynvinkel tillfredsställande vattenkvalitet ska uppnås.

Med begreppet "karbonatsystemets komponenter" menas vattnets innehåll av koldioxid, vätekarbonat- och karbonationer. Genom att analysera vattnets alkalinitet och pH-värde kan halterna av de olika komponenterna beräknas.

Föroreningar som härrör från samhälle och jordbruk varierar från täkt till täkt. Grundprincipen är att om möjligt motverka källan till föroreningen snarare än att införa extra beredningssteg för att ta bort den. Självfallet är det centralt att hålla dessa parametrar under uppsikt, särskilt som akuta förändringar snabbt får genomslag i råvattenkvaliteten.

4 Konstgjord grundvattenbildning

”Konstgjort grundvatten” benämns även ”Ytvattenpåverkat grundvatten”, om uppehållstiden i marken är 14 dygn eller kortare.

Vid naturlig grundvattenbildning är en stor del av vattnet som infiltreras regnvatten utan betydande innehåll av vare sig oorganiska salter eller organiskt material. Vid konstgjord grundvattenbildning härstammar däremot vattnet som infiltreras i huvudsak från en ytvattentäkt, med dess varierande innehåll av såväl partiklar som organiskt material och oorganiska salter. Detta innebär att belastningen på markens reningsprocesser blir betydligt högre. Därtill är ofta uppehållstiden i marken kortare vid konstgjord grundvattenbildning och sammantaget innebär detta att det bildade grundvattnet kan skilja sig från det naturliga i flera avseenden.

Man skiljer på bassänginfiltration och inducerad infiltration. I det förstnämnda fallet pumpas ytvattnet upp till bassänger ovanpå en grusformation, varefter vattnet får perkolera ned genom en omättad zon och vidare ned till grundvattenmagasinet.

Vid inducerad infiltration sker ett naturligt inflöde av ytvatten in till ett grundvattenmagasin. I detta fall krävs att det finns en god hydraulisk kontakt mellan ytvattendraget och intilliggande grundvattenmagasin, samt att grundvattenytan sänks av så att den ligger under den i ytvattendraget. Normalt krävs längre uppehållstid för vattnet vid inducerad infiltration jämfört med bassänginfiltration för att uppnå god reningseffekt (se avsnitt 4.1).

Förutom att olika typer av föroreningar inte eller endast i begränsad omfattning avskiljs genom grundvattenbildningsprocessen, är också den mängd organiskt material som kan avskiljas begränsad. Ytvattnet innehåller vanligen en mängd syre i storleksordningen 10 mg/l eller mindre. I närvaro av förhållandevis lättnedbrytbara organiska ämnen kommer allt syre att förbrukas under infiltrationen. Detta innebär att större mängder organiskt material inte kan behandlas, utan kommer att kvarstå i det bildade grundvattnet. Om syremängden 10 mg/l utnyttjas för nedbrytning kan teoretiskt NOM avlägsnas motsvarande en halt COD_{Mn} i samma storleksordning. Om syret förbrukas till följd av hög belastning kan mikroorganismerna utnyttja sulfatjoner som syrekälla så att luktproblem till följd av bildade reducerade svavelföreningar uppstår.

Det är därför inte ovanligt att det vatten som ska infiltreras först behöver behandlas främst i avsikt att avlägsna partiklar och NOM, men också eventuella andra föroreningar som annars kan komma att tillföras grundvattnet. Vid inducerad infiltration är detta inte möjligt.

Konstgjord grundvattenbildning räknas som en mikrobiologisk barriär, men för att vattnet ska betraktas som grundvatten krävs en uppehållstid i marken som

är längre än 14 dygn. Ur behandlingssynvinkel har det visat sig att vattenkvaliteten förbättras under åtminstone de två första månaderna, samtidigt som vattentemperaturen stabiliseras.

Vid konstgjord grundvattenbildning härstammar en andel av det vatten som pumpas upp från naturlig grundvattenbildning. Detta innebär ofta att vattenkvaliteten varierar med relationen mellan mängderna infiltrerat och uppumpat vatten.

När konstgjord grundvattenbildning ska tillämpas är det således viktigt att ha kännedom om kvaliteten och dess variationer för både ytvattnet som ska infiltreras och efter eventuell förbehandling, samt hos det vatten som pumpas upp som grundvatten.

4.1 Inducerad infiltration och mikrobiologisk barriärverkan

För konstgjord grundvattenbildning i allmänhet finns kriterier för mikrobiologisk barriärverkan, men inte för specialfallet inducerad infiltration. Minst fem procent av Sveriges dricksvattenförsörjning bygger helt på inducerad infiltration. Om även vattentäkter där inducerad infiltration ingår som en del i grundvattenbildningen tas med, är sannolikt siffran betydligt större.

Vid konstgjord grundvattenbildning är kriterierna att den luftade markzonen ska vara minst en meter, och därefter ska uppehållstiden vara minst 14 dygn för att kunna klassa tillgången som grundvatten. Vattnet anses då inte längre vara ytvatten och en mikrobiologisk säkerhetsbarriär får tillgodoräknas.

Undersökningar visar att det är den luftade markzonen som har den avgjort största barriärverkans-effekten. Vid inducerad infiltration uppfylls inte kriteriet med den luftade markzonen. Oftast sker infiltrationen direkt ned i den mättade grundvattenzonen. Det finns i Sverige inte någon vägledning i föreskrifter för hur lång tid efter infiltration som behövs för att i dessa fall få räkna vattnet som grundvatten med en mikrobiologisk säkerhetsbarriär.

I Holland och Tyskland tillämpas regeln 40-60 dygn för tillräcklig virusreduktion vid inducerad infiltration, även om det finns undersökningar som indikerar att uppehållstiden kan behöva vara minst 60 dygn. Virus anses vara den typ av mikroorganism som kan tränga längst in i ett grundvattensystem.

I avvaktan på svenska föreskrifter om inducerad infiltration föreslås att grundprinciperna från Holland och Tyskland används för bedömning av mikrobiologisk barriärverkan. Det innebär att kravet för att kunna tillgodoräkna sig en mikrobiologisk säkerhetsbarriär i samband med inducerad infiltration är att uppehållstiden är >40 dygn i marken/grundvattenmagasinet.

Det är viktigt att ha god kontroll på uppehållstiden i grundvattenmagasinet. Vid situationer med kraftigt stigande ytvattennivåer, eller vid större uttagsökningar i vattentäkten, kan uppehållstiden minska påtagligt i grundvattenmagasinet.

5 Råvattenkontroll – beskrivning av parametrar

Se avsnitt 7 för en diskussion kring vilka parametrar som bör väljas för kontroll av olika typer av råvatten.

Aktuella analysmetoder för olika parametrar framgår av Livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter.

Av ovanstående har tydligt framgått, att oavsett vilken typ av råvatten som används för dricksvattenberedning är en god kännedom om råvattnets kvalitet och kvalitetsvariationer av central betydelse för beredningsresultatet. Vilka parametrar som behöver följas upp är till viss del beroende av vilken typ av råvatten man har och av den lokala föroreningsituationen, men flera av de parametrar som ur beredningssynvinkel är betydelsefulla behöver följas upp vid flertalet vattenverk.

De aktuella parametrarna kan indelas i mikrobiologiska, fysikaliska och kemiska. I den följande diskussionen anges riktvärden för ett antal parametrar. Dessa riktvärden är endera hämtade från tidigare lagstiftning/föreskrifter (SLVFS 1993:35) eller från Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten, SLVFS 2001:30.

Två huvudmotiv för råvattenkontroll kan formuleras:

- Underlag för driftoptimering av vattenbehandlingen i vattenverket.
- Genom sammanställningar erhålla kunskap om trender för råvattenkvalitet, vilket ger möjlighet till planering av justeringar av vattenbehandlingen i vattenverket.

Riktvärdena kan också användas i samband med miljöprovningar av olika verksamheter i vattentäktens tillrinningsområde. Med hjälp av riktvärdena kan en dricksvattenproducent motivera varför till exempel krav på rening bör finnas för en verksamhetsutövare. De kan emellertid även utnyttjas som indikationer på vilka parametrar som särskilt behöver följas upp i samband med dricksvattenberedningen. Om ett riktvärde i någon av tabellerna i avsnitt 5 överskrids är det en tydlig signal att en utredning bör genomföras för att ta reda på orsaken/orsakerna. Resultatet av denna utredning ger information om lämpliga åtgärder.

5.1 Mikrobiologisk kontroll

Enligt Världshälsoorganisationen (WHO) är mikrobiologisk förorening den mest betydelsefulla hälsorisk som kan förekomma i dricksvatten. Av Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten framgår att det är producentens ansvar att säkerställa dricksvattenkvaliteten hos konsumenten, så att bland annat dricksvattenburna sjukdomsutbrott förhindras. Dricksvattnet ska vara hälsosamt och rent i tappkran.

Samtidigt är den mikrobiologiska aktiviteten helt avgörande för nedbrytningen av organiskt material i naturen. Under hela året, och särskilt under sommar och höst, kan naturliga vatten därför innehålla betydande mängder mikroorganismer av olika slag, huvudsakligen harmlösa, men också sjukdomsframkallande organismer (patogena organismer).

En av dricksvattenproducentens huvuduppgifter är att skapa ett tillräckligt antal barriärer mot mikrobiologisk förorening av dricksvattnet. Genom att undersöka den mikrobiologiska aktiviteten i råvattnet kan barriärbehovet bedömas. Genom regelbunden uppföljning erhålls sedan ingångsvärden för att bedöma dessa barriärers funktion. I Livsmedelsverkets Vägledning till Dricksvattenföreskrifterna ges en närmare förklaring till vad som menas med tillräckligt antal mikrobiologiska säkerhetsbarriärer, se bilaga 2.

Även om grundvatten liksom konstgjord grundvattenbildning räknas som barriärer, måste dessa vatten undersökas med avseende på mikrobiologisk förorening och lämpligen även det vatten som ska infiltreras.

Det finns emellertid ingen möjlighet att undersöka alla förekommande mikroorganismer i ett vattenprov. Dels varierar artsammansättningen från miljö till miljö, dels är långt ifrån alla arter kända. För att ändå få en uppfattning om det mikrobiologiska livet i ett vattenprov har man valt att undersöka så kallade indikatororganismer. Ambitionen med valet av dessa organismer är att de ska vara lätta att odla och identifiera, överleva bättre och längre än de sjukdomsalstrande, vara ofarliga, men leva i miljöer där också sjukdomsalstrande organismer kan finnas. De indikatororganismer som används uppfyller inte helt dessa kriterier, men har ändå visat sig vara användbara. Riktvärdena som anges för respektive indikatororganism i Tabell 1 är inte baserade på en kvantitativ riskanalys, utan istället på beprövad erfarenhet och överväganden kring rimlighet.⁴

De för råvattenprovtagning aktuella mikrobiologiska parametrarna framgår av Tabell 1.

⁴ Informationen i stycket är hämtad från VAV publikation P71 (sep 1994), Dricksvattenteknik, avsnittet om mikrobiologi, sidorna 35-51. Även SLVFS 1993:35 bilaga 1 har använts som källa när det gäller riktvärdena, se bilaga 1 i detta dokument.

Tabell 1. Mikrobiologiska undersökningar.⁵ Begreppet "var uppmärksam på förändringar" innebär att man ska lära känna sitt råvatten avseende "normala värden/bakgrundsvärden" och vara uppmärksam på när avvikelser förekommer. cfu = colony forming units. pfu = plaque forming units.

Parameter	Enhet	Riktvärde
a) Antal mikroorganismer 22 °C, 3d	cfu/ml	var uppmärksam på förändringar
a) Antal långsamväxande bakterier, 7d	cfu/ml	var uppmärksam på förändringar
b) Koliforma bakterier (indikerar ytvattenpåverkan, kan även indikera påverkan från avlopp eller naturgödsel)	cfu/100 ml	<5000 (yt) ej påvisad (grund)
b) <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) (indikerar påverkan från avlopp eller naturgödsel)	cfu/100 ml	<500 (yt) ej påvisad (grund)
b) Enterokocker (indikerar påverkan från avlopp eller naturgödsel)	cfu/100 ml	<500 (yt) ej påvisad (grund)
b) <i>Clostridium perfringens</i> (indikerar påverkan från avlopp eller naturgödsel)	cfu/100 ml	var uppmärksam på förändringar ⁶
b) Kolifager (virus som angriper bakterier, indikerar avloppspåverkan)	pfu/100 ml	var uppmärksam på förändringar

⁵ Uppställningen i Tabell 1 baseras på:

- indikation på mikrobiologisk tillväxt
- indikation på mikrobiologisk förorening
- ej vanligt förekommande mikroorganismer, förslag på sjukdomsframkallande mikroorganismer.

⁶ Halterna av *Clostridium perfringens* i gödsel och avlopp är lägre än de av *E. coli*, men sporer av *Clostridium perfringens* överlever längre i vatten och har större motståndskraft mot desinfektion än andra fekala indikatorbakterier (se Vägledning till Livsmedelsverkets Dricksvattenföreskrifter).

Parameter	Enhet	Riktvärde
c) Calicivirus (noro- och sapovirus)	påvisad i en viss volym	ej påvisad
c) <i>Campylobacter</i>	cfu/liter	ej påvisad
c) <i>Salmonella</i> (minsta provmängd 1 liter)	cfu/liter	ej påvisad
c) <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i> (parasiter)	antal/10 liter (OBS! Eventuellt filtrering av prov!)	ej påvisad

5.1.1 Indikatororganismer (Tabell 1).

För ytterligare detaljer kring riktvärdena för indikatororganismerna i Tabell 1 hänvisas till ”Vägledning till Livsmedelsverkets Dricksvattenföreskrifter” (version 2006-03-01, avsnittet om barriärer på sidan 26 samt tabellen på sidan 27).

Antal mikroorganismer och antal långsamväxande bakterier

De båda första parametrarna uppvisar ofta höga värden i ytvatten och undersöks i första hand för att en viss bedömning av de mikrobiologiska barriärernas funktion ska kunna göras. Mikroorganismer 22 °C, 3d är en ickeselektiv undersökning där främst snabbväxande bakterier bestäms, vilka indikerar god tillgång på lättnedbrytbara organiska ämnen. Mikroorganismer såsom aktinomyceter och mikrosvampar kräver betydligt längre odlingstider, liksom speciella odlingsmedier. Undersökningen av långsamväxande bakterier är i huvudsak ett mått på tillväxtpotentialen i vattnet.

Koliforma bakterier och E. coli (har bland annat betydelse för antalet mikrobiologiska säkerhetsbarriärer i vattenverket)

Inom gruppen koliforma bakterier finns arten *E. coli* som indikerar fekal (från avlopp och/eller gödsel) påverkan. Emellertid är de flesta koliforma bakterier ”jordbakterier”, det vill säga huvudsakligen harmlösa bakterier som deltar i nedbrytningen av djur- och växtdelar i naturen och som således normalt finns i jord och vatten.

Enterokocker (har bland annat betydelse för antalet mikrobiologiska säkerhetsbarriärer i vattenverket)

Parametern enterokocker har ersatt parametern fekala streptokocker. Dessa

bakterier finns normalt i tarmfloran i något mindre omfattning än *E. coli*, men kan finnas i mycket större mängder hos djur, till exempel hos vissa fåglar. Förhöjda halter indikerar, liksom parametern *E. coli*, påverkan från människor eller djur och innebär ökad risk för vattenburen smitta. De flesta arter är harmlösa, men då enterokocker är mindre känsliga för desinfektionsmedel och överlever längre i grundvatten än vad många koliforma bakterier gör, är de värdefulla som indikatororganismer.

Clostridium perfringens

Parametern indikerar fekal påverkan från människor eller djur, till exempel via avlopp eller naturgödsel. Halterna av *Clostridium perfringens* i gödsel och avlopp är lägre än de av *E. coli*, men sporer av *Clostridium perfringens* överlever längre i vatten och har större motståndskraft mot desinfektion än andra fekala indikatorbakterier. Av dessa anledningar kan *Clostridium perfringens* förekomma i råvatten och dricksvatten i frånvaro av sjukdomsframkallande mikroorganismer. Samtidigt anses *Clostridium perfringens* vara den bakteriella indikator som bäst motsvarar motståndskraftiga sjukdomsframkallande mikroorganismers uppförande i råvatten och vid passage genom vattenverkets beredningssteg. *Clostridium perfringens* kan orsaka mag/tarmbesvär, men infektionsdosen är mycket högre än de halter som kan förväntas förekomma i dricksvatten.⁷

Kolifager (virus som angriper bakterier)

Somatiska⁸ kolifager är bakteriella virus som infekterar utvalda *E. coli*-stammar och vissa koliforma bakterier. De kallas somatiska för att de fäster till bakteriens cellvägg och förökas med hjälp av bakteriens arvsmassa. De påvisas med en placktest där kolifagerna ger synliga plack (klara zoner) i en matta av värdstamsbakterier på en agarplatta. Kolifager används som en alternativ fekal indikator (visar på en avloppspåverkan) och som virusindikator i olika typer av vatten.

5.1.2 Sjukdomsframkallande mikroorganismer (Tabell 1).

Val av mikrobiologiska parametrar inom gruppen sjukdomsframkallande mikroorganismer bör alltid föregås av en grundlig riskanalys, i vilken verksamheter inom vattentäktens hela tillrinningsområde analyseras. Exempel på metoder för riskanalys är Svenskt Vattens "Handbok för Egenkontrollprogram med HACCP"⁹ eller "MRA"¹⁰ (**M**ikrobiologisk **R**isk**A**lysis).

Undersökningar för sjukdomsframkallande mikroorganismer är ofta kostsamma och tidskrävande, även om de naturligtvis i vissa fall är nödvändiga.

⁷ Vägledning till Livsmedelsverkets Dricksvattenföreskrifter.

⁸ Somatisk = kroppslig, som har med kroppen att göra.

⁹ www.svensktvatten.se/haccp.

¹⁰ Svenskt Vattens hemsida: http://www.svensktvatten.se/web/2008-11-05_Temadag_om_vattenburna_sjukdomsutbrott_-_risker_och_krishantering.aspx, filen "8. Mikrobiologisk riskvärdering och riskkommunikation (Johanna Ansker och Gerald Heinicke).pdf". Mer information om MRA kommer att finnas på Svenskt Vattens hemsida under 2009.

Mer information om sjukdomsframkallande mikroorganismer, provtagning och analyser kan erhållas från Livsmedelsverket och Smittskyddsinstitutet (SMI), se avsnitt 9.

Calicivirus (noro- och sapovirus)

Norovirus (orsakar bland annat kräksjuka) finns i hela världen, förekommer ofta i sjukdomsutbrott och kan drabba alla åldersgrupper. Virus utsöndras i mycket stora mängder främst i avföringen och det kan spridas på olika sätt:

- via direkt eller indirekt kontakt med smittade personer (även kräkningar kan smitta)
- via dricksvatten, via råa skaldjur eller grönsaker som förorenats med avloppsvatten
- via livsmedel som hanterats och förorenats av en person som är eller nyligen har varit sjuk. Livsmedlet utgör i detta fall en transportör av smittämnet.

Viruset har vid sjukdomsutbrott visat sig vara synnerligen smittsamt. Smittade personer kan sprida smitta upp till två dygn, ibland längre, efter att de tillfrisknat. Långtidsbärare av norovirus är känt. Inkubationstiden är 12-48 timmar.

Virus kan överleva, men inte tillväxa, utanför den levande värdorganismen (till exempel människa).

Analys av vatten med avseende på Calicivirus är mycket komplicerat. Parametern bör endast ingå i väldefinierade specialstudier, till exempel i samarbete med Smittskyddsinstitutet.

Campylobacter

Campylobacter är en vanlig bakterie över hela världen, och den finns hos både djur och människor. *Campylobacter*infektion är sålunda en zoonos, det vill säga en sjukdom som kan överföras mellan djur och människor. Omkring 7000 fall rapporteras per år i Sverige. Av dessa är cirka 40 procent smittade inom landet, övriga är utlandsresenärer som smittats till exempel under semester i Europa och Sydostasien.

Campylobacter orsakar mag- och tarmsymtom hos människa. Bakterien utsöndras med avföringen hos människor och djur, och sjukdomen sprids huvudsakligen via förorenade livsmedel. En orsak till många sporadiska fall kan vara förorening via flugor. Bakterien tillväxer dåligt i de flesta födoämnen, men den kritiska infektionsdosen, det vill säga den minsta mängd smittämne som krävs för att sjukdomen ska slå an, är låg. Tiden för bärarskap är normalt omkring tre veckor. Längre bärarskap är ovanligt i Sverige men kan förekomma till exempel hos barn i utvecklingsländerna. Sekundärfall kan någon gång ses, speciellt kring spädbarn med diarré. Inkubationstiden är vanligen 1-3 dygn, men kan variera 1-10 dygn.

Salmonella

Släktet *Salmonella* utgörs av typiska tarmbakterier, vilka samtliga är patogena och mycket rörliga. Salmonellainfektion ger symtom som buksmärtor, feber, diarréer och ibland kräkningar.

Infektion med salmonellabakterier (salmonellos) är vanligt över hela världen. Sjukdomen är en zoonos. I Sverige rapporteras omkring 4000 fall per år, varav cirka 85 procent är utlandssmittade. Bakterierna är i stora delar av världen vanligt förekommande hos många olika djurslag, till exempel nötkreatur, gris, hönsfågel, vilda fåglar och vissa sällskapsdjur.

Giardia och Cryptosporidium

Giardia och *Cryptosporidium* är parasiter som redan vid mycket låg förekomst kan orsaka allvarliga infektioner (mag- och tarmsymtom) hos människa. De förekommer i tarmsystemen hos såväl vilda som tama djur samt människor, och är i vilostadium mycket motståndskraftiga mot bland annat klordesinfektion.

Giardiainfektion har global spridning. Parasiten kan förekomma hos de flesta däggdjur, till exempel hund, katt, nötboskap och får. Giardiasis är en tarminfektion orsakad av *Giardia lamblia* (synonymt *G. intestinalis*, *G. duodenalis*), ett encelligt "urdjur", protozo. Parasiten invaderar ej vävnaderna. Den förekommer i två former; som vegetativ form i tarmen (trofozoit) och som ett vilostadium (cysta). Cystorna är den smittsamma formen. De är relativt motståndskraftiga och överlever vid temperaturer från 0 °C till 60 °C. De är känsliga för intorkning. *Giardia* kan inte föröka sig utanför sin värdorganism. *Giardia* utsöndras via avföringen och smittan sker vanligen via avföringsförorenat vatten, ibland via livsmedel. Smitta person till person har setts inom familjer och på förskola. Den kritiska infektionsdosen är låg, färre än 100 cystor kan ge infektion. Om inte infektionen behandlas kan utsöndringstiden pågå länge (månader till år). Inkubationstiden är vanligen 7-10 dygn (3-25 dygn).

Infektion med cryptosporidier är en zoonos. *Cryptosporidium parvum* är ett så kallat urdjur, protozo, det vill säga ett litet encelligt djur. Det finns hos många olika djurslag över hela världen, till exempel nötboskap och får. *Cryptosporidium* måste ha en värd (djur eller människa) att föröka sig i. Ingen förökning sker fritt i miljön men den överlever länge i kallt vatten. Människa, nötboskap (särskilt kalvar), lamm och andra djur kan vara reservoar. Smittämnet utsöndras (i så kallad oocystform) med avföringen och smitta sker framför allt via fekalt förorenat vatten eller via födoämnen. Smitta från person till person genom direkt och/eller indirekt kontakt kan också förekomma. Infektionsdosen, det vill säga den minsta mängd av smittämnet som behövs för att få infektionen, är liten. Inkubationstiden är inte säkert känd men är troligen cirka 7 dygn (2-12 dygn har angetts).

5.1.3 Mikroorganismer och temperatur

Temperatur (se även avsnitt 5.2) är en parameter som påverkar mikroorganismers överlevnad och tillväxt, vilket i sin tur påverkar risken för vattenburen smitta.

Generellt gäller att tillväxt sker snabbare vid en högre temperatur, en tumregel är fördubblad tillväxthastighet per 10 °C temperaturökning (gäller om ingen annan tillväxtfaktor är begränsande).

När det gäller överlevnad ökar den vid lägre temperatur.

Patogena (sjukdomsframkallande) mikroorganismer måste vid högre temperaturer konkurrera med andra mikroorganismer, som oftast är bättre anpassade till aktuella levnadsbetingelser. Det gör att de får svårare att klara sig. Vid lägre temperaturer är konkurrensen mindre och dessutom överlever de bättre. När det gäller sjukdomsframkallande mikroorganismer från avföring (tarm) sker normalt ingen tillväxt direkt i vatten oavsett temperatur. Deras överlevnad gynnas dock av låg temperatur.

Högre temperaturer minskar risken för vattenburen smitta, lägre temperaturer ökar risken för vattenburen smitta.

5.1.4 Algtoxiner

Algblomningar i framförallt hav, men även i sjöar och vattendrag, förekommer under de varma sommarmånaderna. Svenskt Vatten har sammanställt information om algblomning, dels med hjälp av olika myndigheters material och dels med hjälp av några medlemmars erfarenheter.

Kan algblomning i en råvattentäkt påverka dricksvattenförsörjningen? Med hjälp av informationsmaterialet kan du få råd om vad du bör tänka på.

Informationen hittar du på www.svensktvatten.se/alger.

5.2 Fysikalisk kontroll

De fysikaliska parametrarna har använts inom dricksvattenberedning under mycket lång tid och ger indirekta indikationer på eventuella kvalitetsstörningar i vattnet. Parametrarna är lätta att mäta kontinuerligt/online, vilket gör dem lämpliga som övervakningsparametrar, men kräver vid onormalt utslag en vidare undersökning för att klarlägga orsaken till förändringen. Kunskap om vad som är "onormalt utslag" erhålls genom att skapa bra material med sammanställningar/trender för aktuell parameter. Det är speciellt viktigt att notera och utreda snabba och/eller kraftiga förändringar.

De för råvattenprovtagning aktuella fysikaliska parametrarna framgår av Tabell 2.

Tabell 2. Fysikaliska parametrar.¹¹

Parameter	Enhet	Riktvärde
Temperatur	°C	<12
Turbiditet	FNU, NTU	-
Färgtal	mg/l Pt	<100
Lukt / art	-	var särskilt uppmärksam på lukter som indikerar onaturlig påverkan, till exempel petroleumprodukter som olja och bensen
Konduktivitet	mS/m	-
Redoxpotential, mäts relativt en referenselektrod som i det här fallet är silver/silverklorid (Ag/AgCl)	mV versus Ag/AgCl	-

Den mikrobiologiska aktiviteten tilltar med ökande temperatur, till exempel fördubblas tillväxthastigheten för bakterier för varje 10 °C som temperaturen stiger. Dessutom påverkas beredningsprocesserna i hög grad av temperaturvariationer och exempelvis kan låg temperatur medföra komplikationer i en flockningsprocess. Samtidigt är temperaturen en parameter som inte utan mycket stora kostnader låter sig påverkas i dricksvattenberedningen.

Turbiditet är en i första hand kvalitativ metod att undersöka den spridning partiklar i vattnet har på ljus som passerar ett vattenprov. En detektor mäter antingen det ljus som går genom provet eller det som avböjs. Inte bara mängden partiklar, utan också deras storlek, utseende och färg påverkar analysresultatet. Som jämförande metod i samma typ av vatten fungerar den dock utmärkt.

Mängden partiklar i ett prov är intressant i relation till såväl mikrobiologisk aktivitet som förekomst av föroreningar. Mikroorganismer förekommer företrädesvis på gränssytor, varför en hög partikelförekomst också kan innebära hög mikrobiologisk aktivitet. Många föroreningar, exempelvis metalljoner, är ofta endera kemiskt bundna till eller adsorberade på partikelytor.

¹¹ Uppställningen i Tabell 2 baseras på mängden/graden av information som parametern ger om råvattnet.

Färgen hos ett vatten bestäms delvis av förekomst och sammansättning hos det organiska materialet i vattnet. Emellertid kan också färgade partiklar av i första hand järn- och manganföreningar påverka vattnets färg. Ett högt färgtal hos vattnet kan innebära beredningstekniska svårigheter. Ur behandlingsteknisk synvinkel kan det vara av intresse att bestämma färgtalet efter att provet har filtrerats, så att inte partiklar, vilka är lätta att avskilja, påverkar färgtalet.

Lukt är en parameter som kan tyckas subjektiv och osäker. Emellertid är luktsinnet mycket känsligt och ett lukttest utfört under standardiserade betingelser ger viktig information om förekomst av bland annat naturliga lukttämnen, reducerade svavelföreningar och organiska föroreningar.

Konduktiviteten, ledningsförmågan, hos ett vatten ger information om mängden lösta salter i vattnet. Stigande konduktivitet kan indikera att vattnet blivit förorenat, eller påverkats av relik¹² eller inträngande havsvatten.

Redoxpotentialen i vattnet är en i flera avseende mycket svårtolkad parameter som dessutom påverkas av såväl temperatur som pH-värde hos vattnet. Likväl är parametern mycket användbar i det att den ger en uppfattning om vattnets oxiderande förmåga. En låg redoxpotential indikerar att syrehalten i vattnet är låg och att andra redoxsystem antagit reducerade former, vilket kan göra vattnet svårbehandlat så att risken för bland annat förhöjda halter av järn- och mangan i dricksvattnet tilltar. Ett vatten som distribueras med låg redoxpotential innebär också en ökad risk för problem relaterade till upplösta korrosionsprodukter i vattnet. Redoxpotentialen ska inte jämföras mellan olika råvattentäkter, utan användas som en kontrollparameter för samma råvattentäkt.

5.3 Kemisk kontroll

De kemiska parametrar som är av intresse vid dricksvattenberedning varierar mellan råvattentyperna och från täkt till täkt. För att bestämma vilka parametrar som är av intresse att följa upp med täta tidsintervall, bör först flertalet parametrar mätas under tre till fyra år, minst enligt Tabell 5. Därefter kan tidsintervallet mellan analyser avseende parametrar som uppvisar stabilt låga värden utsträckas. Parametrar relaterade till potentiella föroreningar från lokal industri eller jordbruk bör dock analyseras med täta tidsintervall också om analysresultaten normalt är låga.

Några av parametrarna är av karaktären att ämnena ofta förekommer i råvattentäkter och genom dricksvattenberedningen endera i huvudsak ska avlägsnas ur vattnet, eller avstämmas till lämpliga nivåer. Andra parametrar hör till kategorin föroreningar, vilka i den mån de förekommer, måste avlägsnas. Till den första kategorin hör vattnets innehåll av karbonatsystemets komponenter,

¹² Relikt havsvatten = gammalt havsvatten. Påträffas i de delar av landet som någon gång efter den senaste istiden varit täckta av salt eller bräckt havsvatten.

dess pH-värde och innehåll av vissa oorganiska salter, liksom av naturligt organiskt material. Dessa parametrar framgår av Tabell 3.

Det har tidigare poängterats att en stabil utgående dricksvattenkvalitet är av stor betydelse för att så långt möjligt undvika att vattnet påverkas under distribution. Detta gäller i första hand parametrarna pH, alkalinitet, hårdhetshöjande joner (kalcium och magnesium) och innehåll av NOM. Eftersom samtliga dessa parametrar ofta varierar i råvatten från såväl grund- som ytvattentäkter, måste de analyseras regelbundet så att beredningsprocessen kan anpassas efter rådande omständigheter.

NOM analyseras dels som kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) och dels som totalt organiskt kol (TOC). Relationen mellan dessa parametrar ger information om oxidationsgraden hos det organiska materialet och därmed den potentiella risken för mikrobiologisk nedbrytning, det vill säga om mikroorganismer kan utnyttja det organiska materialet som mat och därmed tillväxa. Framtida klimatförändringar kan göra att mängden organiskt material i råvattnet förändras (trolig ökning). Dessutom kan egenskaperna hos det organiska materialet bli annorlunda, vilket kan leda till att det blir svårare att avskilja.

Förhöjda klorid-, sulfat- och natriumjonhalter kan indikera påverkan från relict eller inträngande havsvatten och kan medföra såväl smakstörningar som ökad risk för lokala korrosionsangrepp. Den tillåtna halten av fluoridjoner i dricksvattnet begränsas av hälsomässiga skäl.

Höga halter av kvävesystemets komponenter (ammonium-, nitrit- och nitratjoner), liksom av fosfat- och kaliumjoner kan indikera påverkan endera från jordbruk eller avloppsvatten. När kvävesystemet i första hand föreligger som ammoniumjoner är vattnet syrefattigt och kräver behandling genom luftning.

Järn- och manganjoner påträffas i många råvattentäkter, speciellt om vattnet har ett lågt pH-värde och är syrefattigt. Inte sällan är jonerna bundna till organiskt material och kräver ibland särskilda åtgärder för att avlägsnas vid vattenverket.

Tabell 3. Vanliga vattenkvalitetsparametrar (kemiska).¹³

Parameter	Enhet	Riktvärde
pH	-	5,5 < pH < 9
Alkalinitet	mg/l HCO_3	-
COD_{Mn}	mg/l O_2	<10
TOC	mg/l C	-

¹³ Uppställningen i Tabell 3 baseras på kemi: karbonatsystemet, organiska parametrar, alkaliska jordartsmetaller, alkalimetaller, näringsämnen samt föroreningar. Näringsämnenas (kväve (N) och fosfor (P)) föreningar är gråmarkerade för att uppmärksamma vilken enhet som man väljer att använda.

Parameter	Enhet	Riktvärde
Kalcium (Ca)	mg/l	<100
Magnesium (Mg)	mg/l	<30
Natrium (Na)	mg/l	<100
Kalium (K)	mg/l	<12
Klorid (Cl)	mg/l	<100
Sulfat (SO ₄)	mg/l	<100
Fluorid (F)	mg/l	<1,5
Ammonium-kväve Ammonium	mg/l N mg/l NH ₄	<0,05 <0,06
Nitrit-kväve Nitrit	mg/l N mg/l NO ₂	<0,005 <0,02
Nitrat-kväve Nitrat	mg/l N mg/l NO ₃	<5 <22
Fosfat-fosfor Fosfat	mg/l P mg/l PO ₄	<0,05 <0,15
Järn (Fe)	mg/l	<1
Mangan (Mn)	mg/l	<0,3
Aluminium (Al)	mg/l	<0,1

Föroreningar som förekommer i råvattentäkter kan endera vara ett resultat av naturlig påverkan eller härröra från samhället. Föroreningarna kan delas upp i organiska och oorganiska, där den första kategorin bland annat innehåller bekämpningsmedel, organiska lösningsmedel och andra miljögifter, medan den andra kategorin domineras av förorenande metaller. I Tabell 4 har föroreningar medtagits som endera härrör från tidigare lagstiftning eller specificeras i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. Det bör påpekas att dessa på intet sätt är heltäckande och vid val av parametrar för analys bör särskild vikt läggas vid de potentiella föroreningar som genom nuvarande eller historisk verksamhet kan ha tillförts vattentäkten.

Inom EU finns begreppet "prioriterade ämnen". De är ämnen som inte ska finnas i naturen på grund av sina egenskaper (hälsosfärliga, giftiga eller på annat sätt skadliga, till exempel benägenhet för bioackumulering). Laboratorier kan ha paket för analys av alla eller ett visst antal av dessa prioriterade ämnen. Kemikalieinspektionen (KemI) i Sverige har ett system som kallas PRIO. Det går ut på att kontrollera vilka kemikalier som används i en viss verksamhet samt hur eventuellt farliga kemikalier möjligen kan ersättas eller undvikas. Mer information om PRIO finns på KemI:s hemsida¹⁴.

¹⁴ www.kemi.se/prio

Tabell 4. Föroreningar.¹⁵

Parameter	Enhet	Riktvärde
Antimon	mg/l	<0,005
Arsenik	mg/l	<0,01
Barium	mg/l	<1
Bly	mg/l	<0,01
Kadmium	mg/l	<0,001
Krom	mg/l	<0,05
Koppar	mg/l	<0,05
Kvicksilver	mg/l	<0,001
Nickel	mg/l	<0,02
Silver	mg/l	<0,01
Uran	mg/l	<0,015
Zink	mg/l	<1,0
Bor	mg/l	<1
Cyanid	mg/l	<0,05
Radon	Bq/l	<1000
Selen	mg/l	<0,01
Bekämpningsmedel, enskilda / totalt	µg/l	0,1 / 0,5
Bensen	µg/l	<1
Bens(a)pyren	µg/l	<0,01
1,2-dikloreten	µg/l	<3
Fenoler	µg/l	<5
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) ¹⁶	µg/l	<0,1
Tetrakloreten och trikloreten	µg/l	<10
Ytaktiva ämnen, anjoniska	µg/l	<200

¹⁵ Uppställningen i Tabell 4 baseras på kemi: metaller, bor (ej metall), cyanid (mycket giftig), radon (radioaktiv gas), selen (halvmetall) samt organiska ämnen.

¹⁶ Kontakta laboratorium för en närmare beskrivning av vilka specifika ämnen som analyseras. I SLVFS 2001:30: "Gränsvärdet ska tillämpas på summan av halterna av följande ämnen: benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(ghi)perylen och inden(1,2,3-cd)pyren. Se även parameter bens(a)pyren ovan."

6 Hur ofta bör man ta råvattenprover?

I tidigare föreskrifter samt allmänna råd från Livsmedelsverket fanns vägledning kring hur ofta råvattenkvalitet bör undersökas (SLVFS 1993:35¹⁷). Utifrån informationen där, egen erfarenhet och lokala förutsättningar (till exempel geografi, verksamhet i tillrinningsområdet och typ av råvattentäkt), är det möjligt att komma fram till lämpligt provtagningsprogram för råvatten. Det är viktigt att tänka på att ett provtagningsprogram för råvatten inte är statiskt, utan kan förändras beroende på aktuell kunskap och förändrad verksamhet i tillrinningsområdet.

Tabell 5. Förslag till provtagningsfrekvens för parametrar nämnda ovan i Tabell 1 (gäller indikatororganismer, se avsnitt 5.1.1), Tabell 2 och Tabell 3. För Tabell 1 (gäller sjukdomsframkallande mikroorganismer, se avsnitt 5.1.2) och Tabell 4 gäller att en bedömning får göras från fall till fall.

Antal anslutna personer	Producerad volym dricksvatten per dygn (m ³)	Antal råvattenprov per år YTVATTEN	Antal råvattenprov per år GRUNDVATTEN
≤ 2 000	≤ 400	2	1
> 2 000 till ≤ 5 000	> 400 till ≤ 1 000	4	2
> 5 000 till ≤ 50 000	> 1 000 till ≤ 10 000	8	4
> 50 000 till ≤ 500 000	> 10 000 till ≤ 100 000	16	8
> 500 000	> 100 000	32	16

Kommentarer till Tabell 5:

- Antal anslutna personer har tagits fram genom att dela producerad volym dricksvatten per dygn med 200 liter per person och dygn.
- För konstgjort grundvatten (ytvattenpåverkat grundvatten) kan följande tumregler användas:
 - Kolumnen YTVATTEN ska väljas om råvattenprov tas på det vatten som ska infiltreras.
 - Kolumnen YTVATTEN ska väljas om råvattenprov tas på det vatten som tas upp ur marken och uppehållstiden för det infiltrerade vattnet är 14 dygn eller kortare.
 - Kolumnen GRUNDVATTEN ska väljas om råvattenprov tas på det vatten som tas upp ur marken och uppehållstiden för det infiltrerade vattnet är längre än 14 dygn.

¹⁷ "Bilaga 1, SLVFS 1993:35" och "Bilaga 3, SLVFS 1993:35" kan läsas i bilaga 1 till detta dokument.

Notera i Tabell 5 förslaget att ha särskild provtagningsfrekvens för sjukdomsframkallande mikroorganismer samt kemiska föroreningar.

6.1 Provtagningsfrekvens baserad på kunskap

Följande text är hämtad från "Vägledning till Livsmedelsverkets Dricksvattenföreskrifter" (version 2006-03-01, sidan 21):

"Det är viktigt att råvattnet har så bra kvalitet som möjligt. Bra råvattenkvalitet gör det lättare att producera ett bra dricksvatten, genom att beredningen i vattenverket kan göras enkel. Det är viktigt att skaffa sig kunskap om föroreningskällor i råvattentäkten och i råvattentäktens tillrinningsområde och kontinuerligt arbeta för att avlägsna dessa. Det är bättre att motverka en förorening av täkten än att införa en beredningsmetod med syfte att ta bort föroreningen.

Kunskap om variationer i råvattnets kvalitet på kort och lång sikt är en förutsättning för att kunna utforma beredningen i vattenverket, liksom för styrning av beredningsprocesserna. Det är speciellt viktigt av säkerhetsskäl att kartlägga de sämsta förhållandena i råvattnet, och att sedan se till att beredningen klarar dessa med marginaler. Generellt sett bör beredningen utformas så att det är möjligt att leverera ett fullgott dricksvatten under förhållanden med sämsta råvattenkvalitet och maximal förbrukning. Klimatets utveckling kan leda till försämrad råvattenkvalitet, till exempel genom ökad tillförsel av organiskt material till ytvattentäkter. Matematiska modeller visar att man också bör räkna med allt fler händelser med extrem väderlek som kan leda både till översvämningar och till råvattenbrist.

Skyddet av vattentäkter är av avgörande betydelse för en bra råvattenkvalitet. Enligt 7 kap miljöbalken kan länsstyrelsen eller kommunen inrätta och utfärda föreskrifter om vattenskyddsområden. Många sjukdomsframkallande mikroorganismer i vattentäkter härstammar från avlopp och från naturgödsel. I 9 kap miljöbalken finns bestämmelser om bland annat utsläpp av avloppsvatten och om anläggningar för grundvattentäkter. Närmare bestämmelser om vattenskyddsområden utfärdas av Naturvårdsverket och, när det gäller djurhållning, av Jordbruksverket."

Tips för att komma fram till lämplig provtagningsfrekvens för råvattenkontroll, med Tabell 5 som bas:

- Om underlag saknas, börja med tätare provtagning under 3-4 år för att få en bild av variationer i råvattenkvalitet.
- Efter inledande kartläggning, eller om underlag redan finns, kan Tabell 5 följas.
- Viktigt att få med i en kartläggning är till exempel årstidsvariationer och vädervariationer.

- Ta alltid råvattenprov vid "worst-case", alltså då vädret är som sämst utifrån förutsättningarna för just din vattentäkt. På så sätt erhålls kunskap om vad vattenverket måste klara av.
- Om det i din kommun finns många vattenverk, börja med att kartlägga råvattnet för det största och gå sen nedåt i storlek.
- I vissa fall, då kunskapen om förhållandena i råvattentäkten är god, kan det vara möjligt med glesare provtagningsfrekvens.
- Samordna om möjligt med provtagning av utgående dricksvatten (normal kontroll) samt med provtagning av dricksvatten hos användaren (utvidgad kontroll).

7 Bör alla parametrar analyseras för alla råvattenprov?

Det material som finns under avsnitt 7 gäller både yt- och grundvatten, om inget annat uppges.

Ett grundläggande råd är att ju mer kunskap som finns om råvattnet, desto större möjligheter finns att bereda dricksvatten på ett optimalt sätt.

Analyser kan dels utföras på ett laboratorium, men också med mätinstrument online. De senare loggas och sparas i vattenverkets driftsystem för att på ett snabbt och enkelt sätt kunna åskådliggöras på en driftdator.

Ett laboratorium kan dels vara ett driftlaboratorium (DL) och dels ett ackrediterat laboratorium (AL). Många mätningar kan utföras på ett DL i nära anslutning till vattenverket. Vid behov utnyttjas ett AL. Det kan vara fråga om att kontrollera ett resultat som erhållits på ett DL, eller att få en analys utförd som inte kan genomföras på ett DL.

Onlinemätningar kan dels utföras nära råvattenintaget, men också längre uppströms i råvattentäkten. Genom att ha mätpunkter längre uppströms erhålls en möjlighet att få vetskap tidigt om förändringar i råvattenkvaliteten. Den kunskapen kan vara värdefull för att i tid kunna påverka reningsprocessen i vattenverket.

7.1 Mikrobiologisk kontroll

Se avsnitt 5.1 för information om mikrobiologiska undersökningar.

De mikrobiologiska undersökningar gällande indikatororganismer, vilka tas upp i Tabell 1, bör alla finnas med då råvattenprov analyseras. Om det utifrån upprepad provtagning och kunskap om verksamheten i tillrinningsområdet visar sig att någon undersökning ej behöver genomföras, kan den uteslutas. Dock bör utesluten undersökning upprepas vid senare tillfällen för att verifiera att den bedömning som gjorts är riktig. Valet att utesluta en undersökning ska alltid föregås av noggrann och grundlig utredning. Det är viktigt att dokumentera utredningen.

Sjukdomsframkallande mikroorganismer i Tabell 1 behöver inte vara med vid varje analystillfälle, utan en bedömning får göras från fall till fall, förslagsvis utifrån en mikrobiologisk riskanalys för råvattentäktens tillrinningsområde.

7.2 Fysikalisk kontroll

Se avsnitt 5.2 för information om fysikaliska parametrar.

Så många som möjligt av de fysikaliska parametrarna bör övervakas kontinuerligt med mätinstrument online (temperatur, turbiditet, konduktivitet och

redoxpotential). Övriga kan analyseras i samband med att råvattenprov tas (färgtal och lukt).

7.3 Kemisk kontroll

Se avsnitt 5.3 för information om kemiska parametrar.

Bland kemiska vattenkvalitetsparametrar bör pH mätas online. Förändringar i råvattnets pH utöver "det normala" kan indikera ett eventuellt utsläpp eller problem av annan art. Dessutom styr pH dosering av flera kemikalier i processen för produktion av dricksvatten.

De kemiska vattenkvalitetsparametrar som tas upp i Tabell 3 bör alla finnas med då råvattenprov analyseras. Om det utifrån upprepad provtagning och kunskap om verksamheten i tillrinningsområdet visar sig att någon parameter ej behöver vara med, kan den uteslutas. Dock bör utesluten parameter tas med vid senare tillfällen för att verifiera att den bedömning som gjorts är riktig. Valet att utesluta en parameter ska alltid föregås av noggrann och grundlig utredning. Det är viktigt att dokumentera utredningen.

I Tabell 4 finns exempel på föroreningar som kan finnas i ett råvatten. Föroreningar i råvatten styrs i hög grad av de verksamheter som finns i vattentäktens tillrinningsområde. En noggrann kartläggning av verksamheter i tillrinningsområdet, vilken oftast görs i samband med att vattenskyddsområde med tillhörande vattenskyddsföreskrifter tas fram, ger kunskap om vilka parametrar som är lämpliga att analysera. Det är dricksvattenproducentens skyldighet att förvissa sig om att ämnen som kan skada människors hälsa ej finns i dricksvattnet. För att uppnå detta måste kunskap om råvattnets eventuella innehåll av föroreningar finnas, för att på så sätt utforma reningsprocessen på lämpligt sätt. Ett förslag är att genomföra analyser av föroreningar som nämns i Tabell 4 i samband med utvidgad kontroll av dricksvattnet.

8 Litteraturtips

För den som vill läsa mer om olika aspekter på råvattenkontroll finns mycket litteratur i ämnet. Några tips kommer här.

Tabell 6. Litteraturtips.

Publikation/Rapport/Artikel	Ansvar
Optimal desinfektionspraxis för dricksvatten	NORVAR Prosjektrapport 147/2006 (NORVAR heter idag Norsk Vann)
Riskprofil – Dricksvatten och mikrobiologiska risker	Livsmedelsverkets rapport 28-2005
Vägledning till Livsmedelsverkets Dricksvattenföreskrifter	Livsmedelsverket

För ytterligare litteraturtips hänvisas till Svenskt Vattens hemsida, www.svenskvatten.se/rapporter.

9 Internet, några tips om läsvärda hemsidor

Här följer adresser till några hemsidor som kan vara värda ett besök.

Tabell 7. Adresser till hemsidor.

Namn	Adress till hemsida
Jordbruksverket	www.jordbruksverket.se
Livsmedelsverket	www.livsmedelsverket.se
Naturvårdsverket	www.naturvardsverket.se
Norsk Vann	www.norskvann.no
Smittskyddsinstitutet	www.smi.se
Svenskt Vatten	www.svensktvatten.se
Vattenmyndigheterna	www.vattenportalen.se

10 Bilagor

Separata dokument!

Bilaga 1

Utdrag ur Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten, SLVFS 1993:35. **SLVFS 1993:35 har upphört att gälla!**

DEFINITIONER

- 2 § I denna kungörelse förstås med
1. *dricksvatten*, vatten som är avsett att förtäras av människor eller användas vid produktion eller annan hantering av livsmedel,
 2. *råvatten*, vatten som är avsett att efter någon form av beredning användas som dricksvatten,
 3. *allmän anläggning*, anläggning för vattenförsörjning som avses i lagen (1970:244) om allmänna vatten- och avloppsanläggningar,
 4. *förordnandeanläggning*, sådan anläggning som ställts under särskild tillsyn enligt 17 § denna kungörelse,
 5. *vattenerk*, sådan del av en anläggning som avser uppföring, beredning eller liknande hantering av dricksvatten, samt tillhörande reservoarer eller liknande anordningar för förvaring av dricksvatten,
 6. *distributionsanläggning*, sådan del av en anläggning som huvudmannen svarar för och som avser rörledningar, pumpar, reservoarer eller liknande utrustning för distribution av vatten.

Allmänna råd

Råvatten kan betraktas som livsmedel, när det tagits in i ledning eller dylikt för att foras till ett vattenerk. Även om det betraktas som livsmedel måste det som regel genomgå beredning för att bli konsumtionsfärdigt. När det gäller grävda brunnar och liknande konstruktioner är vattnet att betrakta som livsmedel så snart detta finns i brunnskonstruktionen.

GRUNDLÄGGANDE KRAV

- 3 § Dricksvatten från allmän anläggning eller förordnandeanläggning skall vara tjänligt när det når konsumenterna.

Allmänna råd

Om det visar sig att vattnet från en allmän anläggning - vid kontroll i tappkran inom en fastighet - är otjänligt att förtära skall nödvändiga åtgärder vidtas för att komma till rätta med missförhållandena. En utredning måste då göras om anledningen till den bristande kvaliteten. Enligt lagen om allmänna vatten- och avloppsanläggningar ansvarar den som driver anläggningen (huvudmannen) för vattnets kvalitet fram till förbindelsepunkten, vanligen upprättad vid tomtgränsen. Efter denna punkt

övergår ansvaret till fastighetsägaren. Om felet ligger före förbindelsepunkten - till exempel att vattnet har egenskaper som - i onormal omfattning - angriper fastighetens ledningar - åvilar ansvaret huvudmannen. Om det av utredningen framgår att exempelvis installationen inom fastigheten i något avseende är bristfällig kan fastighetsägaren, med stöd av hälsoskyddslagen, åläggas att vidta de åtgärder som krävs.

När det gäller en förordnandeanläggning kan förhållandet mellan huvudmannen och fastighetsägare vara av skiftande slag. I många fall kan ansvarförhållandet vara ordnat i stort sett som i en allmän anläggning. I sådana fall kan vad som ovan sagts om ansvar gälla även i fråga om en förordnandeanläggning.

Om huvudmannen av olika skäl tvingas stänga av distributionen av dricksvatten från en allmän anläggning eller en förordnandeanläggning och i stället anordnar en alternativ dricksvattenförsörjning gäller kravet att dricksvattnet skall vara tjänligt när det når konsumenterna.

Även dricksvatten från egen brunn eller annan enskild vattentäkt bör vara av tjänlig kvalitet. Som inledningsvis nämdes skall någon offentlig kontroll av den saken inte ske. Därav följer begränsningen i denna paragraf till dricksvatten från allmän anläggning eller förordnandeanläggning. Den begränsningen gäller följdriktigt också möjligheten till provtagning och undersökning i enskilt hushåll enligt 18 § denna kungörelse. Vad nu sagts innebär bland annat att en hyresgäst som får otjänligt dricksvatten från enskild brunn inte kan påräkna ingripande från den kommunala nämndens sida med stöd av denna kungörelse. I första hand är frågan om otjänligt dricksvatten en sak som hyresgästen och fastighetsägaren får klara ut enligt de regler som gäller för hyresförhållandet. Närmden kan dock med stöd av hälsoskyddsförfattningarna ingripa i sådana fall.

RÅVATTEN

4 § Råvatten skall vara av sådan beskaffenhet att det genom ändamålsenliga och tillförlitliga metoder kan beredas till dricksvatten. Kvalitetskrav för råvatten från ytvattentäkt anges i bilaga 1.

Vid val av en råvattentäkt skall behövliga undersökningar göras som visar att råvattnet uppfyller kraven i första stycket.

Allmänna råd

I paragrafens första stycke anges ett av de krav på försiktighetsmått enligt 8 § livsmedelslagen som den som skall framställa dricksvatten är skyldig att iaktta. Det är viktigt att framhålla betydelsen av att råvattnet har en så god beskaffenhet som möjligt. Ett bra råvatten ger förutsättning för ett bra dricksvatten. Råvattnet bör väljas så att vattenberedningen kan göras så enkel och säker som möjligt. En grundprincip är att det är bättre

att motverka en förening av tåken än att införa en beredningsmetod med syfte att eliminera eventuella föroreningar.

Krav ställs i bilaga 1 på beskaffenhet hos råvattentäkt i form av gränsvärden och riktvärden för mikroorganismer, kemiska ämnen och egenskaper. De specifika kraven enligt bilaga 1 gäller inte grundvatten, marina eller bräckta ytvatten eller ytvatten som infiltreras för att bilda grundvatten.

Gränsvärden är bindande och får - med hänsyn tagen till tillåtna avvikelser enligt nedan - inte överskridas. Riktvärden är inte bindande, men en strävan bör vara att tillämpa dessa och om möjligt underskrida dem med god marginal. Härigenom kan dricksvattenberedningen göras enklare och säkrare och risken för kvalitetsproblem i dricksvattnet minskar.

För flera av parametrarna i bilaga 1 kan halterna variera till följd av årstidsväxlingar och enstaka prov kan ibland uppvisa extremvärden av naturliga orsaker utan att vattnet, sett ur ett längre tidsperspektiv, är av undermålig kvalitet. Därför får kvalitetskraven anses vara uppfyllda om 95 % av proverna har halter som klarar rikt- och gränsvärdena och om halterna i de prov som inte klarar värdena avviker från dessa med högst 50 %. För de mikrobiologiska parametrarna, liksom för pH och syrgas-mättnad, får den procentuella avvikelserna vara större. Avvikelserna får dock inte leda till så allvarliga störningar av beredningen, att det kan innebära hälsorisker för dricksvattenkonsumenterna.

Vissa parametrar analyseras relativt sällan i den rutinmässiga kontrollen, särskilt i vattentäkter med få anslutna konsumenter. Om ett rikt- eller gränsvärde i ett sådant enstaka prov överskrids, går det eventuellt inte omedelbart att avgöra om avvikelserna rymms inom den tillåtna ramen enligt ovan. I en sådan situation bör provtagningen med avseende på aktuella parametrar utökas så att det inom rimlig tid kan avgöras om kraven med hänsyn till tillåtna avvikelser är uppfyllda.

Av det ovan sagda framgår att ett enstaka överskridande av ett gränsvärde inte omedelbart behöver medföra krav på byte av vattentäkt. Om ytterligare provtagning emellertid visar att överskridandet inte var tillfälligt, måste åtgärder vidtas. En tillräcklig åtgärd kan vara att spåra och eliminera föroreningskällor så att fortsatta överskridanden förhindras. Går inte detta krävs en ny vattentäkt.

Vid överskridande, som inte är tillfälligt, av ett riktvärde bör orsaken utredas. Om orsaken är föroreningskällor bör dessa elimineras. Om detta inte går eller om orsaken till överskridandet är vattnets naturliga sammansättning bör det utredas om beredningen kan förbättras och om kontrollen av dricksvattnet behöver ökas med avseende på överskriden parameter. Även möjligheten att byta till bättre vattentäkt bör prövas.

Avvikelse från kvalitetskraven anses inte föreligga, om överskridanden av rikt- och gränsvärden orsakas av extrema förhållanden som kan betraktas som naturkatastrof, till exempel svåra översvämningar.

Undersökningsfrekvenser och information om provtagning framgår av 16 § med bilaga 3 och allmänna råd. Analysmetoder framgår av 19 § med bilaga 5 och allmänna råd.

Undersökningar vid val av råvattentäkt

I paragrafens andra stycke anges att relativt omfattande undersökningar skall göras innan beslut fattas om att utnyttja en ny vattentäkt. För att kunna välja en bra vattentäkt, med en vattenkvalitet som uppfyller kraven i paragrafens första stycke och för att kunna utforma ett vattenverk så att det fungerar tillfredsställande, är det nödvändigt att kartlägga råvattnets kvalitet och hur den kan variera. Vid val av vattentäkt finns också anledning att beakta sådana beredskapsskäl som kan minska dricksvattenförsörjningens sårbarhet i kris och krig.

Innan en vattentäkt tas i bruk bör en kartläggning genomföras under så lång tid att årstidernas inverkan på vattnets kvalitet speglas. Kartläggningen bör därför omfatta minst ett år, men längre tid kan behövas, till exempel för att studera hur perioder med liten nederbörd påverkar vattenkvaliteten. Program för kartläggningarna bör utarbetas av vattenverkets huvudman eller utomstående expertis i samråd med den kommunala nämnden. Länsstyrelsen bör vid behov medverka.

Resultatet av undersökningarna bör även ligga till grund för utformningen av skyddsområdesföreskrifter för vattentäkten.

Kartläggningen bör omfatta

- inhämtande av allmänna hydrografiska uppgifter, till exempel tillrinningsområdets storlek och geologiska förhållanden, vattenföring och variationer i grundvattennivån,
- information om verksamheter i tillrinningsområdet som kan utgöra föroreningsrisker, till exempel kommunal och enskild avlopps- och avfallshantering, förekomst och omfattning av bräddavlopp, industriell verksamhet och industriella utsläpp, dagvattenutsläpp, jordbruksverksamhet med gödselutslag samt spridning av gödsel och bekämpningsmedel,
- regelbundna undersökningar av mikroorganismer, kemiska ämnen och egenskaper som ingår i normal undersökning enligt allmänna råd till 16 § och bilaga 4, med tyngdpunkt på parametrar som kan orsaka kvalitets- eller beredningstekniska problem,
- undersökningar vid minst två tillfällen under kartläggningen, av sådana mikroorganismer, kemiska ämnen och egenskaper som finns i bilaga 1 och bilaga 6 (underlag för bedömning av dricksvattnet) och inte undersöks enligt föregående strecksats. Dessa undersökningar kan till exempel avse tungmetaller vars förekomst beror på naturliga geologiska förhållanden eller som kommer från industriutsläpp, samt ämnen som radon, bekämpningsmedel eller organiska föreningar som bryts ner långsamt (se vidare under avsnittet "utvidgad undersökning" i allmänna råd till 16 §),
- undersökning av ytvattentäkter med avseende på temperatur, syrgassättning, järn- och mangansättning, växtnäringstatus, primärproduktion samt växt- och djurplanktonsamansättning med inriktning på sådana grupper som kan orsaka problem i form av lukt, smak och toxinbildning (limnologisk undersökning),
- beredningsförsök i mindre skala.

5 § Bestämmelser om åtgärder för att skydda vattentäkter finns i miljöskyddslagen (1969:387), hälsoskyddslagen (1982:1080), vattenlagen (1983:291) och lagen (1985:426) om kemiska produkter.

Om råvatten från en vattentäkt, trots att skyddsåtgärder som avses i första stycket vidtagits, riskerar att påverkas så att det inte längre uppfyller kraven i 4 §, är huvudmannen skyldig att anordna en ny vattentäkt eller en reservvattentäkt.

Allmänna råd

För att skydda en vattentäkt finns möjlighet för länsstyrelsen att tillämpa vattenlagens regler om skyddsområde för vattentäkter. Vidare kan kommunen med stöd av hälsoskyddslagen meddela lokala föreskrifter om skydd för ytvattentäkter och enskilda grundvattentäkter.

- Skyddsbestämmelser för vattentäkter kan omfatta bland annat följande
- hantering, lagring och användning av petroleumprodukter,
 - jordbruk och djurhållning,
 - skogsbruk,
 - avledning av hushålls- och kommunalt dagvatten samt hantering av hushålls- och annat avfall,
 - industriell verksamhet,
 - väghållning,
 - täktverksamhet och andra schaktarbeten,
 - anläggning för värmeutvinning från mark och vatten,
 - transport av farligt gods.

Naturvårdsverket har utarbetat allmänna råd (90:15) om utformningen av skyddsområdesföreskrifter för grundvattentäkter.

Den kommunala nämnden är skyldig att utöva lokal tillsyn över att användningen av bekämpningsmedel och andra kemiska produkter sker enligt bestämmelserna i lagen och förordningen om kemiska produkter och de villkor som Kemikalieinspektionen ställt vid godkännandet samt de föreskrifter Naturvårdsverket meddelat rörande spridningen av medlen.

Sker överträdelse skall den kommunala nämnden ingripa. Påvisbara halter av bekämpningsmedel i dricksvatten kan inte accepteras. Visar en utredning att förekomsten av bekämpningsmedelsrester i dricksvatten inte är tillfällig utan att en normal och tillåten användning av bekämpningsmedel i närheten av vattentäkten riskerar att också i framtiden förorena dricksvattnet, måste den kommunala nämnden ingripa med mer långtgående åtgärder.

Den kommunala nämnden kan därvid med stöd av lagen om kemiska produkter i enskilda fall meddela sådana förelägganden eller förbud som behövs för att förhindra skada på människor eller miljö. Ett förbud för markägarna att sprida bekämpningsmedel inom ett visst bestämt område kan till exempel bli aktuellt om det visar sig, eller på goda grunder kan misstänkas, att spridningen i området kan leda till att en dricksvattentäkt förorenas.

Vid prövning av tillstånd till utsläpp från industriföretag enligt miljöskyddslagen prövas även frågor som rör vattentäkter och i tillståndet kan villkor uppställas för att skydda befintliga eller planerade vattentäkter.

Beträffande andra stycket i paragrafen bör påpekas att huvudregeln självfallet bör vara att en ny vattentäkt anordnas i de fall råvattnet inte är av tillfredsställande kvalitet. Reservvattentäkt bör i sådana situationer komma i fråga endast när råvattnet från huvudvattentäkten kan undergå tillfälliga förändringar men huvudvattentäkten behövs för att tillgodose behovet av en viss mängd råvatten. En riskanalys bör göras, så att behovet av reservvattentäkt blir klarlagt både i fred och krig. Är läget sådant att en reservvattentäkt behövs bör denna vara anordnad så att den kan kopplas in med kort varsel. Detta förutsätter exempelvis att kontroll av reservvattentäkten och underhåll av utrustningen sker regelbundet.

Det ankommer på den kommunala nämnden att slutligt bedöma om en reservvattentäkt behövs eller om byte av vattentäkt måste göras.

Om ett råvattnet tillfälligtvis är av så dålig kvalitet att dricksvattnet riskerar att bli otjänligt kan den kommunala nämnden med stöd av 25 § livsmedelslagen förbjuda huvudmannen att använda råvattnet. Oavsett var vattentäkten geografiskt är belägen är det den myndighet som har ansvaret för tillsynen över vattenverket som beslutar i frågan.

Det bör nämnas att kommunala beredskapsplaner i många fall innehåller särskilda skyddsföreskrifter. Där kan också ingå uppgifter om reservvattentäkter.

VATTENVERK

6 § I fråga om vattenverk gäller bestämmelserna om livsmedelslokaler i livsmedelslagen.

Allmänna råd

När det gäller nybyggnad av ett vattenverk skall lokalerna enligt reglerna i livsmedelsförfatningarna godkännas av den kommunala nämnden. Detsamma gäller vid väsentliga till- eller ombyggnader av befintliga vattenverk. I dessa fall är det viktigt att den kommunala nämnden ges tillfälle att så tidigt som möjligt lämna synpunkter på utformningen av anläggningen. Förfarandet vid godkännandet bör vara detsamma som för andra livsmedelslokaler. Vattenverket bör lokaliserats med hänsyn till risker i fred och krig.

Ett viktigt led i förfarandet är den förhandsgranskning som görs av en tilltänkt anläggning. Denna förhandsgranskning, som är frivillig, skall inte förväxlas med den formella godkännandeprovningen av en livsmedelslokal. Enligt 37 § livsmedelsförordningen omfattar ett godkännande inte utrustning och dylikt utan endast lokalerna med dess inredning. Eftersom den kommunala nämnden skall tillse att även andra krav i denna kungö-

UNDANTAG

23 § Statens livsmedelsverk kan medge undantag (dispens) från bestämmelserna i denna kungörelse.

Denna kungörelse träder i kraft den 1 januari 1990.

I fråga om 7 och 15 §§ gäller följande.

Larmutrustning enligt 7 § skall vara installerad senast den 1 januari 1994. Beskrivning över distributionsanläggning enligt 15 § skall vara färdigställd senast den 1 januari 1995.

Genom kungörelsen upphävs

1. Livsmedelsverkets kungörelse (SLV FS 1983:12) om dricksvatten m.m.,
2. medicinalstyrelsens och veterinärstyrelsens gemensamma allmänna råd (VF 1966:24) angående bakteriologisk vattenundersökning (meddelande 112),
3. medicinalstyrelsens allmänna råd den 29 december 1967 angående fysikalisk-kemiska vattenundersökningar (meddelande 122),
4. Statens livsmedelsverks allmänna råd (SLV FS 1988:18) för tillämpning i vissa fall av verkets kungörelse (SLV FS 1983:12) om dricksvatten m.m.,
5. Socialstyrelsens och Livsmedelsverkets kungörelse med bedömningsgrunder för renvatten med avseende på blyhalten (SOS FS (M) 1980:84, SLV FS 1980:16).

Denna kungörelse träder i kraft den 1 januari 1994.

ARNE KARDELL

Bitte Erlandsson
(Dricksvattenenheten)

RIKTVÄRDEN OCH GRÄNSVÄRDEN FÖR MIKROORGANISMER,
KEMISKA ÄMNEN OCH EGENSKAPER I RÅVATTEN FRÅN
YTVATTENTÄKTER ENLIGT 4 §

Mikroorganismer, kemiska ämnen och egenskaper	Enhet	Rikt-värde	Gräns-värde
<i>Escherichia coli</i>	Antal / 100 ml	500	
Koliforma bakterier	Antal / 100 ml	5000	
Fekala streptokocker	Antal / 100 ml	1000	
<i>Salmonella</i> (minsta provmängd 1 liter)	Antal / 1000 ml	Ej påvisad	
Temperatur	°C	12	20
Lukt	-	Stark	
Färgtal	-	50	100
COD _{Mn}	mg / l O ₂	10	
pH	-	5,5	9,0
Oxygenmättnad	% O ₂	50	
Kalcium	mg / l Ca	100	
Magnesium	mg / l Mg	30	
Natrium	mg / l Na	100	
Kalium	mg / l K	12	2,0
Järn	mg / l Fe	1,0	
Mangan	mg / l Mn	0,3	
Aluminium, syralösligt	mg / l Al	0,10	
Koppar	mg / l Cu	0,05	
Ammonium-nitrogen	mg / l N	0,05	1,2
Nitrat-nitrogen	mg / l N	5,0	10,0
Nitrit-nitrogen	mg / l N	0,005	
Fosfat-fosfor	mg / l P	0,05	
Fluorid	mg / l F		1,3
Klorid	mg / l Cl		100
Sulfat	mg / l SO ₄		100
Fenoler	mg / l	0,001	0,005

Mikroorganismer, kemiska ämnen och egenskaper	Enhet	Rikt-värde	Gräns-värde
Antimon	mg / l Sb		0,010
Arsenik	mg / l As		0,010
Barium	mg / l Ba		1,0
Bly	mg / l Pb		0,010
Bor	mg / l B	1,0	
Cyanid, lättillgänglig	mg / l CN		0,050
Kadmium	mg / l Cd	0,0001	0,001
Krom	mg / l Cr	0,010	0,050
Kviksilver	mg / l Hg	0,0001	0,001
Nickel	mg / l Ni	0,010	0,050
Selen	mg / l Se		0,010
Silver	mg / l Ag		0,010
Zink	mg / l Zn		1,0
Bekämpningsmedel	-		*
Kolväten, emulgerade eller upplösta	mg / l		0,2
Polycykliska aromatiska kolväten	mg / l		0,0002
Anjoniska ytaktiva ämnen	mg / l	0,2	

* Får inte förekomma i påvisbara halter.

FÖRTECKNING ÖVER GODKÄNDA PROCESSEKEMIKALIER FÖR BEREDNING AV DRICKSVATTEN ENLIGT 11 §

Processkemikalie	Villkor
För desinfektion och oxidation	
Klor	Dosering får normalt inte överstiga 1,0 g/m ³ , beräknat som Cl ₂ , om inte särskilt beredningssteg för reducering av klorföreningar finns
Natriumhypoklorit	
Kalciumhypoklorit	
Klordioxid	För framställning av klordioxid används klorit. Doseringen av natriumklorit (NaClO ₂) får normalt inte överstiga 0,7 g/m ³ , om inte särskilt beredningssteg för reducering av klorföreningar finns
Ozon	
Kaliumpermanganat	
Väteperoxid	
Ammoniak	För framställning av
Ammoniumsulfat	av
Ammoniumklorid	monokloramin
För fällning och koagulering	
Aluminiumsulfat	
Natriumaluminat	
Polyaluminiumklorid/sulfat	
Järn(II)klorid/sulfat	
Järn(III)klorid/sulfat	
Natriumsilikat (vattenglas)	Får aktiveras med annat ämne godkänt för dricksvattenberedning

Processkemikalie

Villkor

För fällning och koagulering

Polyakrylamid
 Polyakrylamidakrylsyra-
 kopolymer

Den genomsnittliga doseringen får
 inte överstiga 0,5 g/m³ räknat som
 aktiv substans

För pH-justering och
 alkaliserings

Koldioxid (kolsyra)

Saltsyra

Svavelsyra

Kalciumhydroxid (släckt kalk)

Kalciumoxid (bränd kalk)

Natriumhydroxid (natronlut,
 kaustiksoda)

Natriumkarbonat (soda)

Kaliumkarbonat

Natriumvätekarbonat (bikarbonat)

Kalciumkarbonat (kalksten,
 marmorcross, krita)Kalciummagnesiumkarbonat
 (dolomit)Kalciumkarbonatmagnesiumoxid
 (halvbränd dolomit)

För övriga ändamål

Aktiverat kol, pulver

Kaliumpermanganat

Natriumklorid

För adsorptionsändamål

För regenerering av järn- och
 manganfilter

För regenerering av jonbytesfilter

ANTAL UNDERSÖKNINGAR AV RÅVATTEN OCH DRICKS-
 VATTEN VID VATTENVERK I PROGRAM FÖR EGENTILLSYN
 ENLIGT 16 §

Antal anslut- na personer	Prov per år av råvatten respektive utgående dricksvatten från vattenverk, för normal undersökning		
	Grundvatten	Ytvatten	Nivå 2 Nivå 3
≤ 1 000	4	12	1
2 000	6	24	1
3 000	9	36	1
4 000	12	48	1
> 4 000	12	52	1
> 10 000	12	52	2
> 20 000	12	52	2
> 50 000	12	52	4
> 100 000	24	52	4

Antal anslut- na personer	Prov av råvatten från ytvattentäkt, för utvidgad undersökning	
	Mikrobiologisk undersökning	Kemisk undersökning
≤ 10 000	1 per år	1 var 5:e år
> 10 000	1 per år	1 var 3:e år
> 30 000	1 per år	1 per år

(≤ betyder "färre än eller lika med" och > betyder "fler än")

Bilaga 2

**Mikrobiologiska säkerhetsbarriärer: Utdrag ur
Vägledning till Livsmedelsverkets
Dricksvattenföreskrifter, version 3 (2006-03-01), sid. 24-
30**

Beräkna hårdhet

Gränsvärdet för total hårdhet i föregående föreskrift är borttaget, men i stort sett motsvarande kvalitetskrav finns i *bilaga 2* i form av gränsvärden för kalcium och magnesium. Eftersom det finns ett konsumentintresse bör även vattnets totala hårdhet (°dH) beräknas, utgående från halterna kalcium och magnesium.

3 § 2 stycke. Beredningen ska ha mikrobiologiska säkerhetsbarriärer

Andra stycket i paragrafen ställer krav på tillräckligt antal mikrobiologiska säkerhetsbarriärer i beredningen.

Den allvarligaste akuta risken förknippad med dricksvattenförsörjning är spridning av vattenburna sjukdomar. Huvuddelen av de vattenburna sjukdomsutbrotten anses bero på att sjukdomsframkallande mikroorganismer passerat från råvatten genom beredningen till dricksvattnet. I de flesta fallen härstammar föroreningen från avlopp eller naturgödsel (fekal förorening).

Närvaron av fekala indikatororganismer som *E. coli* eller enterokocker ger en uppskattning om graden av fekal förorening och därmed risken för förekomst av sjukdomsframkallande mikroorganismer. Dock finns det sjukdomsframkallande mikroorganismer som är betydligt tåligare 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 säkert dricksvatten.

Enligt föreskrifterna ska beredningen vara försedd med larm med larmgränser satta så att de varnar vid förhållanden som kan medföra dålig effektivitet, till exempel låg dos av klor, UV och ozon eller hög turbiditet på råvattnet. Se vidare avsnittet om larm i denna vägledningen.

Vad är en mikrobiologisk säkerhetsbarriär?

Med en mikrobiologisk säkerhetsbarriär menas en anordning eller åtgärd i vattenverket som motverkar förekomst av sjukdomsframkallande virus, bakterier och parasitära protozoer i dricksvattnet. Bestämmelserna om barriärer avser enbart beredningen i vattenverket. Skyddsbestämmelser om vattentäkt, naturlig grundvattenbildning och dylikt som direkt eller indirekt påverkar råvattnets sammansättning är därför inga barriärer i föreskrifternas mening. Inte heller åtgärder i distributionsanläggningen som syftar till att minska föroreningsrisker omfattas av paragrafen.

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 säkerhetsbarriärer fungerar därför barriärkonceptet bäst om båda principerna används, t.ex. kemisk fällning (avskiljning) kombinerat med desinfektion (inaktivering). Kemisk desinfektion med två olika desinfektionsmedel fungerar inte optimalt som två barriärer eftersom bara en princip används. Sjukdomsframkallande mikroorganismer som är motståndskraftiga mot kemisk desinfektion förblir i detta fall opåverkade. Två oberoende barriärer som bygger på samma princip är dock bättre än en barriär, t.ex. vid driftstörningar. Vattenverk med tre barriärer har med nödvändighet två barriärer

som bygger på samma princip. I en sådan process kan två primära desinfektioner räknas som två barriärer. De två barriärerna bör då inte båda vara kemiskt desinfektion med klor.

Vad räknas som barriär?

Följande beredningssteg kan räknas som säkerhetsbarriärer:

- kort konstgjord infiltration av ytvatten (kortare tid än 14 dagar),
- kemisk fällning med efterföljande filtrering,
- långsamfiltrering,
- primär desinfektion,
- filtrering genom membran med en absolut porvidd som är mindre eller lika med 100 nm (nanometer), vilket är samma sak som 0.1 µm.

Konstgjord infiltration

Se även avsnitt om Definitioner.

Kort konstgjord infiltrationen räknas som en del av beredningen. Det är viktigt att vidta åtgärder för att minska föroreningsriskerna i samband med infiltrationen. Detta är speciellt viktigt om infiltrationen är enda 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 säkerhetsbarriär kan underhållas genom olika åtgärder, t.ex. 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 1 m, ovanför grundvattenytan.

Om infiltrationen är längre än 14 dagar kan råvattnet räknas som grundvatten. Tillträdet till området där den konstgjorda infiltrationen äger rum bör alltid begränsas.

Läs mer om infiltration i:

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

Frycklund C (1998) Artificial Recharge of Groundwater for Public Water Supply. Div. of Land and Water Resources, Dept. of Civil and Environmental Engineering. Royal Institute of Technology, Stockholm,

Naturvårdsverket (1987) Små avloppsanläggningar - Hushållspillvatten från högst 5 hushåll. Allmänna råd 87:6. Naturvårdsverket, Stockholm,

Schijven JF (2000) Virus Removal from Groundwater by Soil Passage. Wageningen,

Stenström TA, Hoffner S, von Brömssen U (1980) Reduktion av bakterier och virus vid avloppsinfiltration i mark. Rapport pm 1329. Naturvårdsverket, Stockholm.

Kemisk fällning

pH, dosering av fällningskemikalier och ytbelastning är faktorer som påverkar fällningens effektivitet som barriär. Återföring av redan avskiljda föroreningar och rejekt från membran till råvattnet kan leda till högre koncentrationer sjukdomsframkallande mikroorganismer i vattnet i beredningen. Första filtrat bör inte distribueras som dricksvatten.

Långsamfiltrering

Bäddtjocklek, sandfraktion och belastning påverkar filtreringens effektivitet som säkerhetsbarriär.

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.

Det är enbart desinfektion med en utformning som syftar till att inaktivera sjukdomsframkallande mikroorganismer som kommer från råvattnet (primär desinfektion) som räknas som säkerhetsbarriär. Tillräckligt effektiva oxidationsmedel för detta syfte är:

- klor, inklusive klordioxid (utom kloramin och för parasiter, se nedan),
- ozon,
- UV-ljus.

Membranfiltrering

Membranfiltrering räknas som barriär om den kontinuerligt avskiljer partiklar som är större än 100 nm (nanometer), och om allt vatten passerar genom membranet.

Vad räknas inte som barriär?

Mikrosilning, snabbfiltrering genom sand eller kol utan fällning eller jonbytesfiltrering räknas inte som säkerhetsbarriär. Med dagens kunskap kan inte heller biologiskt aktiva kolfilter med långa kontakttider eller biologisk förbehandling (biologisk filtrering) räknas som säkerhetsbarriär.

Trots att klor har god förmåga att inaktivera vissa mikroorganismer, framför allt bakterier, är klorering inte en effektiv barriär mot sjukdomsframkallande parasitära protozoer som *Cryptosporidium parvum* och *Giardia intestinalis*.

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

Antal barriärer

Beräkna i första hand antalet barriärer som behövs med utgångspunkt från råvattnets mikrobiologiska kvalitet. Tabellen nedan kan användas som utgångspunkt vid beräkning av vad som är tillräckligt antal barriärer. Tabellen baseras på det normala antalet bakterier i råvattnet, men det är viktigt att ta reda på och sedan väga in råvattnets kortsiktiga kvalitetsvariationer, eftersom allvarliga mikrobiologiska föroreningar kan ha en kort varaktighet. Man kan också förvänta sig att de mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna inte fungerar lika bra vid alla tidpunkter. Ett exempel på en känslig tidpunkt är vid spolning av filter. Förutom att beredningen ska klara sämsta råvattenkvalitet ska den vara så utformad och skötas så att det är möjligt att leverera ett säkert dricksvatten även när den fungerar som sämst.

Vid många mindre svenska vattenverk utan säkerhetsbarriärer förekommer låga halter koliforma bakterier i dricksvattnet, framför allt under höstmånaderna. Råvattnet är uppenbarligen ytvattenpåverkat under vissa tidsperioder. Det är vanligt att konsumenterna rekommenderas att koka dricksvattnet under kortare eller längre perioder, och inte sällan upprepas detta år efter år utan att några åtgärder görs för att förbättra situationen. Ett vattenverk med sådant råvatten bör förses med minst en barriär.

Råvatten med *E. coli* eller enterokocker eller med över 10 koliforma bakterier per 100 ml torde vara påverkat av fekal förorening eller tydligt påverkat av ytvatten. Enligt tabellen bör vattenverk med sådant råvatten förses med minst två barriärer.

Rekommenderat minsta antal säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening i relation till råvattnets normala innehåll av olika bakterier. Tecknet > betyder ”mer än”

Parameter	Råvattentyp			
	Opåverkat grundvatten	Ytvattenpåverkat grundvatten	Ytvatten och ytvattenpåverkat grundvatten	
<i>E. coli</i> eller enterokocker	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)	1-10 (antal/100 ml)	10-100 (antal/100 ml)	> 100 (antal/100 ml)

Minsta antal barriärer	En ¹ En i beredskap ²	En	Två	Tre
------------------------	--	----	-----	-----

¹Allmänna anläggningar enligt VA-lagen som producerar >400 m³ dricksvatten per dygn.

²Övriga anläggningar som omfattas av föreskrifterna.

En barriär i beredskap

Även anläggningar utan stadigvarande säkerhetsbarriär bör ha en barriär i beredskap. Normalt innebär detta en desinfektionsutrustning som vid behov kan kopplas in med kort varsel. Utrustningen kan vara fast monterad eller mobil. En barriär i beredskap kan inte jämföras med ett beredningssteg som stadigvarande förebygger mikrobiologiska risker. Syftet är närmast att möjliggöra fortsatt distribution av ett fullgott dricksvatten när det har uppstått problem.

För vissa kommersiella eller offentliga anläggningar kan det vara ett realistiskt alternativt att tillfälligt upphöra med verksamheten eller tillhandahållandet av dricksvatten. I sådana fall är det mindre viktigt ha en barriär i beredskap, om vattnet i normalfallet är bra.

Hur kontroller man barriärernas effektivitet – avskiljning?

Föreskrifterna innehåller i dag inga specifika och kvantitativa krav på hur effektiva de mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna ska vara att avskilja sjukdomsframkallande mikroorganismer.

Direkta analyser av sjukdomsframkallande mikroorganismer är i de flesta fall för arbetskrävande och långsamma för att vara användbara som funktionskontroll. Dessutom är antalet sådana mikroorganismer 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 sporer av *Clostridium perfringens* i råvattnet är i normalfallet för lågt för att dessa parametrar ska kunna användas för att mäta avskiljning i vattenverket

Vill man kontrollera de mikrobiologiska säkerhetsbarriärernas effektivitet måste man därför använda indirekta metoder. Indirekta metoder för kontroll av avskiljning som behandlas nedan är mätning av turbiditet, partiklar och sporer av naturligt förekommande bakterier. Exempel på andra indirekta metoder är mätning av hur pollen, kulor av plast- eller gummi-material eller bakteriefager avskiljs.

Turbiditet

Mätning av turbiditeten i beredningsprocessen och i det utgående dricksvattnet är ett viktigt sätt att kontrollera att de mikrobiologiska barriärerna fungerar på ett bra sätt. En relativt kortvarig ökning i turbiditeten i dricksvattnet kan indikera en ökad risk för vattenburen

smitta. Enligt kommentaren till gränsvärdet för turbiditet i bilaga 2 skall orsaken till onormala förändringar i turbiditet alltid undersökas.

Det har visats att turbiditet under 0,1 FNU kan innebära en påtagligt lägre risk än turbiditet mellan 0,1 och 0,2 FNU. Det finns också indikationer på att riskerna fortsätter att minska vid ytterligare turbiditetsreduktioner och att även små turbiditetsökningar kan indikera en påtaglig riskökning. Normalt går det att bereda vatten som har en stabil turbiditet under 0,1 FNU och det går ofta att hålla turbiditeten under 0,05 FNU. Turbiditetsmätningarna bör utformas så att det går att detektera förändringar i turbiditet på 0,1 FNU eller mindre.

För att turbiditetsmätningar ska fungera som kontroll på barriärernas effektivitet bör de vara kontinuerliga. Vidare bör turbiditeten mätas på den plats i beredningen där de lägsta partikelhalterna kan förväntas, d.v.s. före eventuella doseringar för t.ex. alkalinitetshöjning. Partiklar från doseringarna kan inte bara höja turbiditetsnivåerna och öka spridningen i mätvärden, utan kan också leda till att mikrobiologiska risker maskeras av incidenter med t.ex. "kalkturbiditet"

I vissa fall kan det vara lämpligt att mäta turbiditeten på fler ställen i beredningen. Genom att mäta kontinuerligt på varje filter eller genom mätning som växlar mellan olika filter går det att upptäcka störningar i enskilda filter. Om man i stället mäter på blandfiltrat från flera filter finns risk att man "späder bort" ett genombrott av partiklar i ett enskilt filter. Vid ytvattenverk med desinfektion kan det även vara lämpligt att mäta råvattnets turbiditet.

Kontinuerliga turbiditetsmätning i beredningen måste kompletteras med regelbundna mätningar på det utgående dricksvattnet i den frekvens som anges i egenkontrollprogrammet. Syftet är att kontrollera att kvalitetskravet i *bilaga 2* är uppfyllt.

Information om turbiditet och turbiditetsmätning finns i:

United States Environmental Protection Agency (1999). Guidance manual for compliance with the Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule: Turbidity provisions. EPA 815-R-99-010. Office of Water.

Partiklar

Turbiditetsmätning är väl beprövad i dricksvattensammanhang, men mätningen säger inte mycket om vad det är för typ av partiklar som passerar beredningen. Även vid låg turbiditet kan det finnas tillräckligt med sjukdomsframkallande mikroorganismer i dricksvattnet för att orsaka sjukdomsutbrott. Eftersom mikroorganismer är partiklar är räkning av partiklar av olika storlek och med olika egenskaper potentiellt värdefulla för att övervaka dricksvattenberedning.

I dricksvatten är halten av små partiklar (mindre än 1 µm) ofta så hög jämfört med halten av stora partiklar att de små får en större total betydelse för turbiditeten. Samtidigt är många sjukdomsframkallande mikroorganismer större än 1 µm. De dominerande avskiljningsmekanismerna i vattenverket är också olika för partiklar mindre än 1 µm jämfört med för större partiklar. Av dessa anledningar kan partikelmätning ge värdefull information om beredningens förmåga att avskilja potentiellt skadliga partiklar.

De partikelräknare som är avsedda för kontinuerlig övervakning av dricksvattenberedning är ännu inte lika driftsmässiga som turbiditetsmätare. Därför är det viktigt med kontroll och kalibrering av partikelräknarna. Det går ännu inte att jämföra partikelhalter mellan olika instrument, men den relativa reduktionen av partiklar kan ge upplysning om säkerhetsbarriärernas effektivitet i varje enskilt fall. Det viktigaste storleksintervallet att räkna är från 1-2 upp till 15-20 µm, vilket är storleken för många sjukdomsframkallande mikroorganismer (utom virus).

Chowdhury S (2003) Partikelmätning - ett nytt sätt att kontrollera vattenkvalitet. VA-Forsk Rapport 2003:48 Svenskt Vatten, Stockholm.

Partiklar med biologiskt ursprung

En svaghet med både turbiditetsmätare och partikelräknare är att de inte säger något om partiklarnas ursprung. Därför är metoder för att studera avskiljningen av partiklar med biologiskt ursprung intressanta.

För att kvantitativt mäta beredningens förmåga att avskilja mikrobiologiska partiklar kan antalet sporer av naturligt förekommande bakterier användas. Sporer av *Clostridium perfringens* kan normalt inte användas för sådana kvantitativa mätningar eftersom antalet i råvattnet är för lågt. I föreskrifternas bilaga 2 används förekomst av *Clostridium perfringens* (vegetativa celler + sporer) i dricksvattnet som en indikation på ytvattenpåverkan.

Ett annat sätt är att behandla filtrerat vatten med ämnen som färgar alla bakterier och virus ("virusliknande partiklar") och sedan räkna antalet (Rinta-Kanto JM, Lehtola MJ, Vartiainen T, Martikainen PJ. Rapid enumeration of virus-like particles in drinking water samples using SYBR green I-staining. Water Research 2004;38:2614-2618).

3 § 3 stycke. Hur kontrollerar man barriärernas funktion – inaktivering?

Paragrafen ställer kravet att desinfektionens effektivitet ska kontrolleras. Paragrafen säger dock inget närmare om *hur* effektiv den primära desinfektionen ska vara. Internationellt används ofta inaktivering av 99 % (2 log-enheter) av antalet sjukdomsframkallande mikroorganismer som ett mått på att desinfektionen är effektiv. Siffran 99 % är konservativ, och det torde i praktiken vara relativt lätt att åstadkomma större inaktivering. Av den anledning bör siffran 99 % närmast användas som ett mått på när barriären upphör att vara effektiv. Strävan bör vara att uppnå bättre avskiljning.

Som för avskiljning är det i praktiken inte möjligt att direkt mäta inaktivering av sjukdomsframkallande mikroorganismer, koliforma bakterier, *E. coli*, enterokocker eller sporer av *Clostridium perfringens* på varje vattenverk. Även här är man tvingad att använda indirekta metoder. Det finns indirekta metoder som gör det möjligt att, utgående från modellförsök, utfärda rekommendationer om beredningsstegets utformning och drift, t.ex. i form av C×T-värde (totalt överskott av desinfektionsmedel multiplicerat med kontaktid) eller UV-belysningens intensitet. Det kan emellertid skilja från fall till fall vad som är optimal utformning och optimala driftförhållanden. Av den anledningen innehåller vägledningen inga sådana rekommendationer.

En annan indirekt metod är att mäta minskningen av vattnets innehåll av (naturligt förekommande) mikroorganismer genom att räkna antalet direkt före och direkt efter desinfektionen. Antag att vattnet före desinfektionen innehåller 1000 mikroorganismer/ml (analyserat vid 22 °C). Om desinfektionen inaktiverar 2 log-enheter av mikroorganismerna kommer dricksvattnet efter desinfektion att innehålla 10 mikroorganismer/ml. Enligt bilaga 2 ska ett desinfekterat utgående dricksvatten innehålla högst 10 mikroorganismer per ml vid 22 °C.

Om vattnets innehåll av mikroorganismer är lågt är det svårt att avgöra om desinfektionen kan inaktivera 99 % av mikroorganismerna. För att fastställa att så är fallet kan det vara nödvändigt att räkna mikroorganismerna i stora provvolymen. Detta är möjligt genom att använda membranfiltreringsmetoden i kombination med den referensmetod för antal mikroorganismer vid 22 °C som anges i bilaga 4.

Om vattnets naturliga innehåll av mikroorganismer i stället är högt före desinfektionen, över 1000 mikroorganismer, måste desinfektionen inaktivera mer än 99 % av mikroorganismerna för att uppfylla kraven i bilaga 2.

Fördelen med den beskrivna metoden är att den är enkel att genomföra vid de flesta vattenverk. Nackdelen är att det inte är säkert att de naturligt förekommande mikroorganismerna har samma motståndskraft mot desinfektion som de sjukdomsframkallande mikroorganismerna. Av den anledningen bör man även använda annan information vid utformning och drift av desinfektion.

Desinfektionens effektivitet bör kontrolleras regelbundet, vid misstanke om brister i funktionen samt vid förändringar i beredning eller drift. Kontrollerna bör om möjligt genomföras när råvattnets innehåll av naturligt förekommande mikroorganismer är som högst. Syftet är att säkerställa att desinfektionen är effektiv även när belastningen av mikroorganismer från råvattnet är som störst.

Läs mer om mikrobiologiska barriärer

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.

Minimera biprodukter från desinfektionen

Paragrafen ställer kravet att bildningen av desinfektionsbiprodukter ska minimeras. I balansgången mellan en effektiv desinfektion och minimering av bildningen av desinfektionsbiprodukter ska dock enligt paragrafen alltid desinfektionens effektivitet prioriteras. Exempel på oönskade desinfektionsbiprodukter är:

- klororganiska föreningar,
- bromat,
- ammonium och nitrit.

Om dricksvattnet desinfekteras med klorföreningar samtidigt som det innehåller organiskt material kan det bildas potentiellt hälsovådliga ämnen i form av klororganiska föreningar, t.ex. trihalometaner (THM). Ozonering kan orsaka bromatbildning från bromid i råvattnet. All kraftig oxidation bryter ner organiskt material till enklare organiska föreningar som kan stimulera mikrobiologisk tillväxt i distributionsanläggningen.

Förutsättningarna för låg bildning av klororganiska föreningar är låg dos av desinfektionsmedel och låg halt organiskt material i vattnet. När dricksvattnet desinfekteras bör alltså halten organiskt material vara så låg som möjligt. Det innebär normalt att desinfektionssteg bör placeras så sent som möjligt i beredningen. En effektiv desinfektion kan vanligen uppnås om det beredda vattnet har god kemisk kvalitet och låg klorförbrukning. Bildningen av klororganiska föreningar kan minskas om oxidationsprocessen kombineras med en lämplig efterberedning; ozon bör t.ex. efterföljas av ett behandlingssteg som avlägsnar enklare organiska föreningar. I *bilaga 1* anges villkor för användning av klorföreningar vid desinfektion. I *bilaga 2* finns gränsvärden för trihalometaner och bromat

Kraftig belysning med UV-ljus från medeltryckslampor (inte lågtryckslampor) kan orsaka nitritbildning. Vid desinfektion med kloramin kan nitrit även bildas från tillsatt ammonium i distributionsanläggningen. I *bilaga 2* finns gränsvärden för ammonium och nitrit. Föreskrifternas krav innebär att nitritbildning som orsakas av desinfektion med kloramin eller UV-belysning skall minimeras.

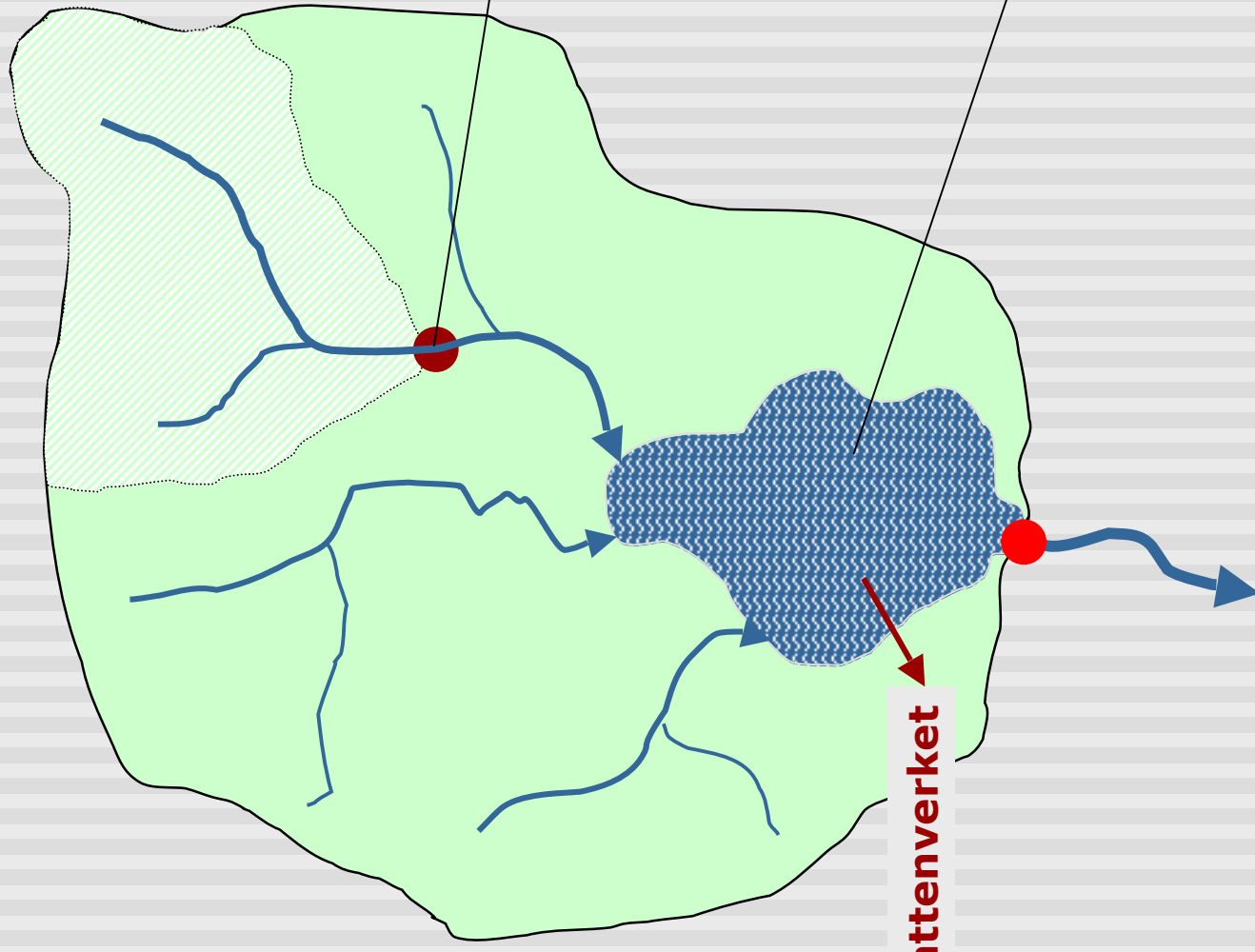
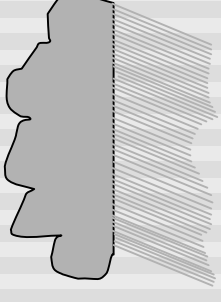
Desinfektionsmedel är biocidprodukter

Desinfektionsmedel för dricksvatten räknas som biocidprodukter och ska godkännas av Kemikalieinspektionen. Enligt Kemikalieinspektionens föreskrifter om kemiska produkter och biotekniska organismer (KIFS 1998:8 20 kap 3 § 7 p) gäller dock att biocidprodukter, som

Bilaga 3

Definition av avrinnings-, tillrinnings- och nederbördsområde.

Nederbördsområde



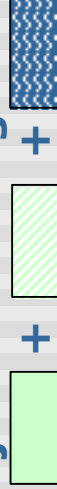
Punktens till- och avrinningsområde:



Sjöns tillrinningsområde:



Sjöns avrinningsområde:



Vattenverket