



Valvira

Tillstånds- och tillsynsverket
för social- och hälsovården

Anvisning för tillämpning av hushållsvattenförordningen

Del III
Grunderna för maximivärden

Anvisning 16/2018

Del III

Innehåll

1.	Grunderna för maximivärden	4
2.	Mikrobiologiska parametrar	5
2.1.	Kvalitetskrav	5
2.1.1.	Enterokocker	5
2.1.2.	<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	6
2.1.3.	Antal kolonier (heterotroft koloniantal i 22 °C och 37 °C)	7
2.1.4.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , (<i>P. aeruginosa</i>)	7
2.2.	Kvalitetsmål	7
2.2.1.	<i>Clostridium perfringens</i>	7
2.2.2.	Koliforma bakterier	8
2.2.3.	Antal kolonier (heterotroft koloniantal i 22 °C)	9
3.	Kemiska parametrar	10
3.1.	Enheter	10
3.2.	Kvalitetskrav	10
3.2.1.	Akrylamid	10
3.2.2.	Antimon, Sb	11
3.2.3.	Arsenik, As	11
3.2.4.	Bensen	11
3.2.5.	Bens(a)pyren	12
3.2.6.	Bor, B	12
3.2.7.	Bromat	12
3.2.8.	1,2-diklorethan	12
3.2.9.	Kvicksilver, Hg	13
3.2.10.	Epiklorhydrin	13
3.2.11.	Fluorid, F ⁻	13
3.2.12.	Kadmium, Cd	14
3.2.13.	Krom, Cr	14
3.2.14.	Koppar, Cu	15
3.2.15.	Bly, Pb	15
3.2.16.	Nickel, Ni	16
3.2.17.	Nitrat, NO ₃ ⁻	16
3.2.18.	Nitrit, NO ₂ ⁻	17
3.2.19.	pH	17
3.2.20.	Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) inklusive bens(a)pyren	17
3.2.21.	Selen, Se	18
3.2.22.	Cyanider, CN ⁻	18
3.2.23.	Tetrakloreten och trikloreten	18
3.2.24.	Pesticider	19
3.2.25.	Trihalometaner (THM)	20
3.2.26.	Uran, U	20
3.2.27.	Vinylklorid	21
3.3.	Kvalitetsmål	21
3.3.1.	Aluminium, Al	21
3.3.2.	Ammonium, NH ₄ ⁺	22
3.3.3.	Lukt och smak	22
3.3.4.	Oxiderbarhet	22
3.3.5.	Klorid, Cl ⁻	23
3.3.6.	Mangan, Mn	24
3.3.7.	Natrium, Na	25

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

3.3.8.	Total mängd organiskt kol (TOC, Total Organic Carbon)	25
3.3.9.	pH	26
3.3.10.	Järn, Fe	27
3.3.11.	Konduktivitet	27
3.3.12.	Grumlighet (turbiditet)	28
3.3.13.	Sulfat, SO_4^{2-}	28
3.3.14.	Färg	28
4.	Radioaktivitet	29
4.1.	Aktivitet	29
4.2.	Effektiv dos	29
4.3.	Radon, Rn-222	30
4.4.	Tritium, H-3	30
4.5.	Uran, U-234 och U-238	31
4.6.	Radium, bly och polonium, Ra-226, Ra-228, Pb-210 och Po-210	32
4.7.	Indikativ dos	32
4.7.1.	Beräkning av indikativ dos	33
5.	Parametrar som är lämpliga för egenkontroll	36
5.1.	Mikrobiologiska parametrar	36
5.1.1.	Bestämning av långsamväxande heterotrofa bakterier	37
5.2.	Total mängd aktivt klor, Cl_2	37
5.3.	Alkalitet	38
5.4.	AOX	39
5.5.	Kalcium, Ca	39
5.6.	Klorfenoler	40
5.7.	Total hårdhet	40
5.8.	Temperatur	41
5.9.	Magnesium, Mg	42
5.10.	VOC (flyktiga organiska föreningar, volatile organic compounds)	42
6.	Bedömning av vattnets aggressivitet	42

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Del III

1. Grunderna för maximivärden

De sannolikaste sanitära olägenheterna orsakas när intestinala mikrober (bakterier, virus, urdjur) från människor och varmblodiga djur når hushållsvattnet. Det finns tiotals möjliga intestinala sjukdomsalstrare som sprider sig genom förmedling av vatten. Då det inte är möjligt eller förnuftigt att leta efter alla sjukdomsalstrare i hushållsvatten är kontrollen av att de mikrobiologiska kvalitetskraven uppfylls baserad på analyser för indikatorbakterier som indikerar intestinal kontaminering. Förekomst av indikatorbakterier i vattnet är en indikation på intestinal kontaminering och då finns det även risk för att det förekommer intestinala sjukdomsalstrare.

I Finland har kemiska ämnen som lut och fjärrvärmevatten orsakat akuta hushållsvattenburna epidemier. Kemiska ämnen i hushållsvattnet orsakar generellt inte omfattande epidemier som uppträder snabbt på samma sätt som sjukdomsalstrande mikrober, men fortlöpande långvarig exponering kan medföra sanitära olägenheter. Det dagliga totala intaget av olika ämnen består av den totala mängden som följer med intaget av dricksvatten, mat och andningsluft. Kvalitetskraven på hushållsvatten har fastställts utgående från ett uppskattat dagligt totalt intag på så sätt att det dagliga intaget inte överskrider den sanitärt skadliga mängden ens på lång sikt. I beräkningarna antas det att en människas organism upptar 2 l vatten i dygnet genom att hon dricker eller intar vattnet tillsammans med maten. För cancerogena ämnen utgår kvalitetskraven från matematiska riskanalyser, som har härletts ur material från pålitliga djurförsök eller epidemiologiska undersökningar.

När man fastställer en för människor trygg kvalitet på hushållsvattnet är principen den att användningen av det i vanliga mängder inte orsakar sanitära olägenheter. De maximala halterna av de för människor skadliga ämnen som förekommer i hushållsvatten fastställs utifrån detta. Dessa halter är dock inte målkoncentrationer för vattenbehandlingen utan mängden dessa ämnen i hushållsvattnet ska vara så låg som det överhuvudtaget är möjligt. Genom hushållsvattenförordningen genomförs Europeiska unionens rådets direktiv (98/83/EG) om kvaliteten på dricksvatten, dvs. dricksvattendirektivet, och Rådets direktiv 2013/51/EURATOM nationellt. I direktiven fastställs maximivärden för olika parametrar. På nationella grunder har det i hushållsvattenförordningen införts maximivärden för även uran. Maximivärdena för kvalitetskraven och -rekommendationerna anges i bilaga 1 till hushållsvattenförordningen.

[På Valvira webbplats Hushållsvatten](#) publiceras årsvis en av THL uppgjord av sammanfattning över kvaliteten på och tillsynen av hushållsvatten för sådana vattendistributionsområden till vilka det levereras över 1 000 m³ hushållsvatten om dagen eller för behoven hos minst 5 000 personer. Sammanfattningarna utgår från resultaten av myndighetstillsynen. THL har även för de vattendistributionsområden som är mindre än de ovan nämnda tagit fram sammanfattningar över resultaten från kontrollundersökningar för 2008 och 2010.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

2. Mikrobiologiska parametrar

2.1. Kvalitetskrav

2.1.1. Enterokocker

Kvalitetskrav: 0 CFU/100 ml (CFU = kolonibildande enhet), för vatten som saluförs i flaskor eller behållare, 0 CFU/250 ml

Enterokockerna ingår i släktet *Streptococcus* och tidigare använde man benämningarna fekala streptokocker eller fekala enterokocker på dem. Även om ordet enterokocker syftar på tarmsystemet omfattar släktet också arter som förökar sig i andra miljöer än tarmsystemet. Genom definitionen strävar man efter att framhäva de arter som huvudsakligen förökar sig i tarmsystemet och för tydlighets skull används den preciserade termen "intestinala enterokocker" som namn på parametern. I förordningen omfattas enterokockerna av kvalitetskraven och de ska kontrolleras vid utvidgade kontroller. Undersökningsfrekvensen för enterokocker kan minskas i enlighet med hushållsvattenförordningen, på basis av genomförd riskbedömning.

Det finns inte intestinala enterokocker i sådant hushållsvatten av god kvalitet som är tryggt för de som använder det. Sådana mängder intestinala enterokocker som avviker från kvalitetskravet kan observeras i kontamineringsituationer och då behövs det direkta åtgärder för att utreda orsaken till och omfattningen av förekomsten samt förebygga sanitära olägenheter för vattenanvändarna. Sådana åtgärder är informering om situationen, uppmaning att koka vattnet, snabb inledning eller effektivisering av desinficering samt rening av nätverket genom spolning och vid behov intensifierad klorening (> 5 mg/l klor).

I hushållsvatten som levereras i flaskor eller behållare får det inte finnas enterokocker i 250 ml. Förpackat vatten kontrolleras enligt jord- och skogsbruksministeriets förordning 166/2010. Enligt 10 § i den ska förpackat hushållsvatten vid förpackningstillfället och under saluföringen uppfylla de i hushållsvattenförordningen föreskrivna kemiska och mikrobiologiska kvalitetskraven på vattnet.

Definitionen intestinala enterokocker används allmänt som indikator på intestinal kontaminering av vatten. Intestinala enterokocker förekommer i exkrementer från människor och varmblodiga djur. Vissa arter i enterokockgruppen har också påträffats i markgrund och ytvatten. I kvantifieringsmetoden SFS-EN ISO 7899-2 utifrån hushållsvattenförordningen används ett kontrolltest med galla-eskulin-azid för att isolera bakterier som inte är intestinala enterokocker. De intestinala enterokocker som med metoden kan observeras och räknas är *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans* och *E. hirae*.

Enterokockerna består rätt väl i vattenmiljö och tål också stress från miljöförhållanden bättre än en annan intestinal indikatorbakterie *E. coli* för kontaminering. I exkrementer från människor finns det i allmänhet färre enterokocker än *E. coli*-bakterier. I exkrementer från djur finns det veterligen relativt mer enterokocker än *E. coli*-bakterier. Det förekommer rikligt med intestinala enterokocker i avloppsvatten samt i de vattendrag som förorenats med avloppsvatten eller exkrementer. Rikliga fynd av enterokocker i kombination med fynd av *E. coli* tyder i allmänhet på en färsk förorening

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

som sannolikt orsakats av avloppsvatten. Om mängden enterokocker är mycket större än mängden *E. coli* kan det vara fråga om en animalisk eller redan tidigare inträffad kontaminering.

2.1.2. *Escherichia coli* (*E. coli*)

Kvalitetskrav: 0 CFU/100 ml (CFU = kolonibildande enhet), för vatten som saluförs i flaskor eller behållare, 0 CFU/250 ml

E. coli ingår i gruppen av värmetåligena koliforma bakterier. *E. coli* indikerar färsk intestinal kontaminering och härrör nästan uteslutande från exkrementer från människor eller varmblodiga djur. Utifrån kvalitetskravet får det inte finnas *E. coli* i 100 ml hushållsvatten. I hushållsvattenförordningen omfattas *E. coli* av kvalitetskraven och ska kontrolleras vid begränsade kontroller. *Analysfrekvensen för E. coli* kan inte minskas på basis av genomförda riskbedömningar.

I hushållsvatten som levereras i flaskor eller behållare får det inte finnas *E. coli* i 250 ml. Förpackat vatten kontrolleras enligt jord- och skogsbruksministeriets förordning 166/2010. Enligt 10 § i den ska förpackat hushållsvatten vid förpackningstillfället och under saluföringen uppfylla de i hushållsvattenförordningen föreskrivna kemiska och mikrobiologiska kvalitetskraven på vattnet.

E. coli-bakterier används i stor utsträckning som indikator på intestinala föroreningar i vattenmiljöer och hushållsvatten, fastän bakterien är mer känslig än enteriska virus och urdjur för desinficering och miljöbetingad stress. Förekomst av *E. coli* i hushållsvatten inträffar endast i kontamineringsituationer, och då behövs det direkta åtgärder för att utreda orsaken till och omfattningen av förekomsten samt förebygga sanitära olägenheter för vattenanvändarna. Sådana åtgärder är informering om situationen, uppmaning att koka vattnet, snabb inledning eller effektivisering av desinficering samt rening av nätverket genom spolning och vid behov intensifierad klorering (> 5 mg/l klor).

E. coli anses vara den bästa tillgängliga indikatormikroben för indikering av intestinala föroreningar, och utifrån nutida kunskaper förökar sig *E. coli* inte i någon större utsträckning i andra miljöer än tarmsystemet. Däremot kan representanter för övriga koliforma bakterier (t.ex. *Citrobacter*, *Klebsiella* eller *Enterobacter*) föröka sig i miljöer som markgrund, ytvatten och avloppsvatten från industrier och bebyggelse. För att indikera hälsorisker är det därför viktigt att *E. coli* identifieras och isoleras från övriga koliforma bakterier. Med de uppdaterade standardmetoderna SFS-EN ISO 9308-1 och SFS-EN ISO 9308-2, vilka bygger på en β -D-glukuronidasreaktion (MUG), kan arten identifieras snabbt och tillförlitligt utan ytterligare kontrolltester. När man använder metoden SFS 3016 innan resultatet för bakterien *E. coli* har bekräftats, måste man särskilt testa för huruvida bakterien producerar tryptofant indol i 44,5 °C.

Vissa *E. coli*-bakterier kan själva fungera som sjukdomsalstrare av tarminfektioner. Hushållsvattenburna epidemier med anknytning till enterohemoragisk *E. coli* (EHEC O157:H7) har rapporterats i olika länder.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

2.1.3. Antal kolonier (heterotroft koloniantal i 22 °C och 37 °C)

Kvalitetskrav: vatten som levereras i flaskor eller i behållare 22 °C 100 CFU/ml och 37 °C 20 CFU/ml.

Vid kvantifiering av antal kolonier (heterotroft koloniantal) beräknar man antalet levande aeroba och heterotrofa bakterier samt jäst och mögel. Med metoden får man inte fram alla mikrober i vattnet, utan antalet de mikrober som under vissa odlingsförhållanden bildar kolonier på ett visst generellt substrat. Det koloniantal som föreskrivs i hushållsvattenförordningens kvalitetskrav ska för vatten som levereras i flaskor eller behållare kvantifieras enligt standarden SFS-EN stor 6222 (trypton-jästextrakt agar) i två olika temperaturer. 22 ± 2 ja 36 ± 2 °C.

Förpackat vatten kontrolleras enligt jord- och skogsbruksministeriets förordning 166/2010. Enligt 10 § i den ska förpackat hushållsvatten vid förpackningstillfället och under saluföringen uppfylla de i hushållsvattenförordningen föreskrivna kemiska och mikrobiologiska kvalitetskraven på vattnet, med undantag för totalt koloniantal under marknadsföringen, för vilket det i förordningen (166/2010) förskrivs ett riktvärde på 50 000 CFU/ml.

2.1.4. *Pseudomonas aeruginosa*, (*P. aeruginosa*)

Kvalitetskrav: vatten som levereras i flaskor eller i behållare 0 CFU/250 ml

Pseudomonas aeruginosa är en miljöbakterie som kan föröka sig i vatten och medföra infektioner i hud, sår, öron, ögon, urinvägar, tarmar och andningsvägar, närmast hos människor med nedsatt motståndskraft. I hushållsvatten som levereras i flaskor eller i behållare får det inte finnas *Pseudomonas aeruginosa* i 250 ml. I kvantifieringsmetoden enligt SFS-EN ISO 16266 utifrån hushållsvattenförordningen används ett odlingssubstrat med ceftrimid samt verifiseringstester för detektion av *Pseudomonas aeruginosa*.

Förpackat vatten kontrolleras enligt jord- och skogsbruksministeriets förordning 166/2010. Enligt 10 § i den ska förpackat hushållsvatten vid förpackningstillfället och under saluföringen uppfylla de i hushållsvattenförordningen föreskrivna kemiska och mikrobiologiska kvalitetskraven på vattnet.

2.2. Kvalitetsmål

2.2.1. *Clostridium perfringens*

Kvalitetsmål: 0 CFU/100 ml (inklusive sporer), (CFU = kolonibildande enhet)

Clostridium perfringens ingår i den grupp av klostridier som reducerar sulfiter. Förekomster av *C. perfringens* i vatten anses vara tecken på intestinala föroreningar, emedan bakterien uppträder allmänt i tarmsystemet hos och exkrementer från människor och varmblodiga djur, fastän i mindre antal än *E. coli* och intestinala enterokocker. *C. perfringens* är en anaerob bakterie som i sin viloform förekommer i sporform. Bakteriens sporer är rätt små, tål desinficering väl och kan i långa tider bestå i vatten. Sporererna kan bestå i vatten och jordmån avsevärt längre än en del egentliga sjukdomsalstrare.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

C. perfringens ska ingå i myndighetstillsynens utvidgade kontroll när råvattnet som används som källa till hushållsvatten är ytvatten, eller ytvatten kan påverka grundvattnets kvalitet. Bildande av artificiellt grundvatten har tolkats som vatten, som påverkas av ytvatten. Strandinfiltrering anses vara ett sätt att bilda artificiellt grundvatten. Enligt hushållsvattenförordningen får *C. perfringens* eller dess sporer inte förekomma i 100 ml:s prover. Syftet med kvantifieringen är att säkerställa att beredningar med rening och desinficering av hushållsvatten är tillräckligt effektiva. Man kan därför kvantifiera *C. perfringens* i det utgående vattnet från vattenbehandlingsanläggningen eller i vattendistributionsnätet, i stället för punkten där kraven skall vara uppfyllda. *C. perfringens*-bakteriens analysfrekvens kan minskas på basis av riskbedömningar som genomförs enligt hushållsvattenförordningen.

Förekomst av C. perfringens i hushållsvatten medför direkta ytterligare utredningar för att utreda och undanröja orsaken till förekomsten, till exempel genom att spola och/eller desinficera nätet, vid behov med hjälp av intensifierad klorering (> 5 mg/l klor). Effektivisering av processerna för vattenbehandlingen bör övervägas om man upptäcker *C. perfringens* i hushållsvattnet.

Vid kvantifiering för *C. perfringens* används standardmetoden SFS-EN ISO 14189. Vid metoden kvantifierar man för såväl vegetativa celler som sporer samtidigt utan upphettning av vattenproverna. Preliminära kolonier av *C. perfringens* verifieras med sura fosfatastester.

2.2.2. Koliforma bakterier

Kvalitetsmål: 0 CFU/100 ml (CFU = kolonibildande enhet), för vatten som saluförs i flaskor eller behållare, 0 CFU/250 ml

Med koliforma bakterier avses fakultativt anaeroba, gramnegativa, oxidationsnegativa, icke-sporbildande stavbakterier, på vilka ibland används ibland termen "koliforma bakterier". Bakterierna i gruppen av koliforma bakterier är beroende av den kvantifieringsmetod som används. Isolering med uppdaterade standardmetoder SFS-EN ISO 9308-1 och SFS-EN ISO 9308-2 är baserad på β -galaktosidasreaktioner (ONPG), medan isolering med metoden enligt SFS 3016, som godkänts som alternativ metod, är baserad på produktion av syra och gas ur laktos. Bland de vanligaste koliforma bakterierna kan man nämna arterna i släktena *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, och *Rahnella*. Kvantifiering av koliforma bakterier används allmänt vid testning av den mikrobiologiska kvaliteten på hushållsvatten.

Koliforma bakterier, med undantag för *E. coli*, kan också härröra från annat än exkrementer från människor och varmblodiga djur, till exempel från växter, jord eller industriella avloppsvatten. På grund av detta kan förekomsten av koliforma bakterier inte anses vara ett bevis på intestinala föroreningar. Förekomst av koliforma bakterier indikerar vattnets allmänna mikrobiologiska kvalitet och kan vara en indikation på föroreningar från miljön eller att vattnet byts dåligt.

I bra hushållsvatten kan man inte påvisa koliforma bakterier i 100 ml:s prover. Om man påvisar koliforma bakterier i hushållsvatten, kan orsaken till

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

detta vara antingen otillräcklig vattenbehandling, föroreningar i vattentäkten eller nätverket till följd av t.ex. ytvattenföroreningar eller att bakterier förökar sig i nätet och vattenreservoarer.

De koliforma bakterierna ingår i kvalitetsmålen i hushållsvattenförordningen och ska kontrolleras vid begränsade kontroller. För koliforma bakterier kan analysfrekvensen inte minskas på basis av genomförd riskbedömning. Förkomst av koliforma bakterier i hushållsvatten medför direkta ytterligare utredningar för att utreda och undanröja orsaken till förekomsten, till exempel genom att spola och/eller desinficera nätet. Vattenverket ska överväga att effektivisera vattenbehandlingen, om det upprepat förekommer koliforma bakterier i hushållsvattnet.

I hushållsvatten som levereras i flaskor eller behållare får det inte finnas koliforma bakterier i 250 ml. Förpackat vatten kontrolleras enligt jord- och skogsbruksministeriets förordning 166/2010. Enligt 10 § i den ska förpackat hushållsvatten vid förpackningstillfället och under saluföringen uppfylla de i hushållsvattenförordningen föreskrivna kemiska och mikrobiologiska kvalitetskraven på vattnet.

2.2.3. Antal kolonier (heterotroft koloniantal i 22 °C)

Kvalitetsmål: Inga onormala förändringar

Vid kvantifiering av antal kolonier (heterotroft koloniantal) beräknar man antalet levande aeroba och heterotrofa bakterier samt jästar och mögel. Genom att kvantifiera antalet kolonier i hushållsvattnet kan man kontrollera vattenverkets funktioner, till exempel hur effektiv desinficeringen är och hur vattenkvaliteten förändras i vattenledningsnätet. Med metoden får man inte fram alla mikrober i vattnet, utan antalet de mikrober som under vissa odlingsförhållanden (22 °C) bildar kolonier på ett visst generellt substrat. Detta mikrobantal är bara en bråkdel av det verkliga, totala mikrobantalet i vattnet.

För antalet kolonier har det fastställts ett kvalitetsmål enligt vilket hushållsvattnets koloniantal inte får visa skönjbara onormala förändringar. Koloniantalet ska kontrolleras vid begränsad kontroll. Undersökningsfrekvensen kan minskas på basis av genomförd riskbedömning enligt hushållsvattenförordningen.

Antalet kolonier påverkas av bl.a. råvattnets kvalitet, mängden för mikrober nyttiga näringsämnen (bl.a. fosfor, organiska substanser,), vattenbehandlingen, nätverkets konstruktion och kondition, mängden desinficeringsmedel, vattnets temperatur och genomströmningstid. Ett utifrån standarden SFS-EN ISO 6222 kvantifierat antal kolonier i hushållsvattnet (med trypton-jästextrakt agar i 22 °C) oftast på en för respektive provpunkt karakteristisk nivå. Om det i koloniantalet upptäckts en ovanlig ändring jämfört med tidigare resultat, ska situationen i distributionsnätet utredas närmare och nätverket vid behov spolas samt desinficeringsmedlets koncentration i vattnet eventuellt ökas. Vid egenkontroll bestäms koloniantalet ofta genom att mikrober odlas på R2A-substrat (se avsnitt 5.1.1.).

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

3. Kemiska parametrar

De kemiska kvalitetskraven i bilagan till hushållsvattenförordningen följer de i dricksvattendirektivet framförda kvalitetskraven. Dricksvattendirektivet gör det möjligt att utfärda ytterligare krav på sådana nationellt väsentliga parametrar för vattenkvalitet som har betydelse för människors hälsa. I hushållsvattenförordningen har nationella kvalitetskrav fastställts för uran. På basis av riskbedömning kan vilka som helst nödvändiga parametrar för förebyggande av sanitära olägenheter infogas i myndighetstillsynen eller egenkontrollen.

[WHO:s rekommenderade maximala koncentrationer för dricksvatten](#) har använts som utgångspunkt för de hälsobaserade maximala koncentrationerna av kemiska ämnen utifrån dricksvattendirektivet. För cancerogena ämnen har man tillämpat en godtagbar risknivå på 10^{-6} (ett extra cancerfall per en miljon miljoner människor under 70 år), medan WHO:s rekommendationer om maximal koncentration utgår från risknivån 10^{-5} . För biprodukter från desinficering har man beslutat för de rekommenderade maximala koncentrationerna mellan dessa risknivåer så att desinficeringens tillräcklighet inte äventyrades. Även maximivärdena för vissa andra än cancerogena ämnen är striktare än WHO:s rekommenderade maximala koncentrationer, eftersom en mindre mängd har valts för vattenandelen i det största tillåtna dagsintaget.

Förekomsten av allergiska symptom har för första gången 1993 tagits i beaktande i WHO:s bedömning av sanitära olägenheter från hushållsvatten. Då fastställdes för nickel en rekommenderade maximal koncentration som är baserad på allergena egenskaper hos nickel.

3.1. Enheter

1 milligram per liter (mg/l)	= 0,001 g/l
1 mikrogram per liter (µg/l)	= 0,000001 g/l
1 nanogram per liter (ng/l)	= 0,000000001 g/l
1 pikogram (pg)	= 0,000000000001 g/l
1 m ³ /h	= 1 000 l/h
1 l/h	= 16,7 ml/min
1 %	= 10 000 ppm (en miljonte del)
ppm (av massan)	= 1 mg/kg

3.2. Kvalitetskrav

3.2.1. Akrylamid

Akrylamid förekommer som orenhet i bl.a. polyakrylamidbaserade hjälpämnen vid flockning (polymerer). Det kan hamna i hushållsvatten även från bl.a. injektionsmassor innehållande polyakrylamid. Akrylamid upplöses väl i vatten. När den hamnar i miljön utsätts den för biologiskt sönderfall och biokoncentreras således inte i någon större utsträckning.

Utifrån en uppskattning av Internationella centrumet för cancerforskning (IARC) är akrylamid möjligen cancerogent för människor.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Det för hushållsvatten fastställda maximivärdet 0,10 µg/l beräknas på basis av polymerens doseringsmängd genom kännedom utifrån produktdeklarationen om den mängd akrylamid som lossnar eller upplöses mest. Om akrylamidhalten mäts i vattnet tas WHO:s hälsobaserade gränsvärde som maximal koncentration. För akrylamid är den 0,50 µg/l.

3.2.2. Antimon, Sb

Antimon förekommer oftast i marginella mängder i vatten i naturen. I hushållsvatten kan det hamna från de legeringar av antimon och tenn som använts som lödmaterial i rörsystem i fastigheter. Observerade koncentrationer i hushållsvatten har oftast varit under 4 µg/l.

De hälsoeffekterna av antimon är oklara. På basis av djurförsök har ett hälsobaserat maximivärde på 5,0 µg/l fastställts för antimon. Sanitärt oläglig exponering genom hushållsvatten är osannolik.

3.2.3. Arsenik, As

I Finland ligger arsenikhalten i hushållsvatten generellt klart under 1 µg/l. Man har visserligen i borrbrunnsvatten i vissa geologiska områden fastställt arsenikkoncentrationer på upp till 100–2 000 µg/l. Det finns information om riskfyllda områden, hos bl.a. Geologiska forskningscentralen.

Många arsenikföreningar är oorganiska och vattenlösliga. Utöver arsenik med ursprung i naturen, kan arsenik även hamna i vatten från vissa träimpregneringsmedel, förädling av koppar ur sulfidmalmer samt till följd av användning av fossila bränslen. För att ta bort arsenik har man under de senaste åren utvecklat fastighetsspecifika vattenbehandlingsanordningar.

Arsenik är ett cancerogent ämne. Långvarig arsenikexponering ökar sannolikheten för att insjukna urinblåsecancer. Arsenik medför också hud-, lever- och lungcancer. Arsenik inverkar även skadligt på blodkärlen, ger pigmentförändringar i huden och är neurotoxiskt för perifera nerver.

Det hälsobaserade maximivärdet för arsenik i hushållsvatten är 10 µg/l.

3.2.4. Bensen

Bensen är cancerogent, det används i lösningsmedel och råvaror inom industrin. Det finns bensen också i bränslen (bensin). Bensen är en synnerligen flyktig förening som överförs via inandningen till människokroppen från bl.a. bränslen vid tankning. I jorden sönderfaller bensen biologiskt endast under aeroba förhållanden. Den del av bensen som inte hinner avdunsta vandrar snabbt i markgrunden och kan på så sätt förorena grundvatten. Bensen kan hamna i vatten till följd av olika slags bränsle- och kemikalieleckage samt i viss utsträckning även som luftnedfall.

Det hälsobaserade maximivärdet för bensen i hushållsvatten är 1 µg/l.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

3.2.5. Bens(a)pyren

Bens(a)pyren har behandlats i stycke 3.2.20 i samband med polycykliska aromatiska kolväten.

3.2.6. Bor, B

Bor förekommer som natrium- och kalciumborat i mineralskikt och i vatten i naturen. Bor används i vissa tvättmedel och industriprocesser, varför det med avloppsvatten från industrier och privata hushåll kan hamna i råvatten. Det finns endast få uppgifter om borkoncentrationer i råvattnen, men vid de flesta analyser har koncentrationerna varit under 0,03 mg/l.

Stora doser av bor och långvarig exponering för det medför störningar i matsmältningskanalen. Människan intar vid normal diet cirka 1 - 5 mg bor om dagen.

Det hälsobaserade maximivärdet för bor i hushållsvatten är 1,0 µg/l.

3.2.7. Bromat

Bromat förekommer inte i vatten i naturtillstånd. Bromat kan bildas i hushållsvatten genom ozonering av bromidhaltiga vatten. Mängden bromat som uppstår vid ozonering är beroende av flera faktorer såsom vattnets bromidhalt, mängden organiska ingredienser, pH och ozondosen. Låg mängd organiska ingredienser och högt pH främjar bildningen av bromat. Risken för att det bildas bromat ska beaktas framför allt när man planerar ozonering av grundvatten, emedan grundvattnens av naturen låga mängd organiskt material ökar risken för att det bildas bromat. Vid UV-desinficering bildas inte bromat.

Bromat kan bildas vid framställning av hypoklorit, om råvarorna innehåller bromid och förhållanden såsom pH är optimala för att bilda bromat.

Det misstänks att bromat är cancerogent. Enligt WHO motsvaras risknivån 10^{-5} (ett extra cancerfall per hundra tusen användare under livslång exponering) av ett tillfälligt maximivärde på 2,0 µg/l. Eftersom nyttan av ozonering för vattenkvaliteten i det stora hela har ansetts vara större än eventuella sanitära olägenheter från att det bildas bromat, har det hälsobaserade maximivärdet för bromat ändå fastställts som 10 µg/l.

3.2.8. 1,2-dikloretan

1,2-dikloretan används inom den kemiska industrin som råvara vid framställning av bl.a. vinylklorid samt tack vare dess upplösande egenskaper som rengöringsmedel. 1,2-dikloretan är lätt flyktigt och när det hamnar i marken löses det snabbt i grundvattnet där dess koncentration förändras mycket långsamt.

Det misstänks att 1,2-dikloretan möjligen är cancerogent för människor (IARC 2B). För 1,2-dikloretan har fastställts ett maximivärde på 3,0 µg/l. Det motsvarar risknivån 10^{-6} (ett extra cancerfall per en miljon användare under livslång exponering).

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

3.2.9. Kvicksilver, Hg

Kvicksilver är en synnerligen giftig tungmetall. I vatten i naturen förekommer kvicksilver huvudsakligen i oorganisk form. Mikrober kan transformera oorganiskt kvicksilver till metylkvicksilver, som anrikas i näringskedjan och ackumuleras i bl.a. fiskar. I vattnet kan kvicksilver hamna från industriella luft- och avloppsutsläpp, användning av fossila bränslen, gruvdrift och soptippar. Kvicksilver kan också uppstå från t.ex. vulkanisk verksamhet till följd av avlägsna nedfall via luften. På grund av spridning via luften uppträder kvicksilver också i icke-förorenade vatten i naturen. Jordmånens fuktighet samt fördelaktiga oxiderings/reduktionsförhållanden påverkar urlakningen av kvicksilver ur markgrunden. Såväl oorganiskt kvicksilver som organiskt metylkvicksilver förs vidare som bundet till organiskt kol, vilket bl.a. efter dikning, kalhuggning och reglering av vattennivån kan accelerera. Särskilt stora urlakningar har uppmätts i kärddominerade tillrinningsområden.

Av oorganiskt kvicksilver absorberas 15 % eller mindre i kroppen. Biverkningarna av oorganiskt kvicksilver koncentreras särskilt till njurarna.

I Finland är kvicksilverhalten i hushålls- och grundvatten storleksmässigt under kvantifieringsgränsen för kvicksilver (under 0,2 µg/l). Prov tas ur en användares kran på så sätt att koncentrationen motsvarar det genomsnittliga värdet under respektive vecka.

Hälsobaserat maximivärde för kvicksilver i hushållsvatten är 1,0 µg/l.

3.2.10. Epiklorhydrin

Epiklorhydrin används bl.a. som råvara vid framställning av epoxiharts, elastomerer och glycerin. Ur vattendistributionssystem kan epiklorhydrin överföras till hushållsvatten från olika slags hjälpkoagulanter, epoxibeläggningar och jonbytesmassor. Halveringstiden för epiklorhydrin i miljön är några dagar, beroende på pH. Förekomsten av epiklorhydrin i hushållsvatten kontrolleras med materialval.

Epiklorhydrin absorberas kroppen via munnen, huden och luftrören. Det är lokalt irriterande. Epiklorhydrin har klassificerats som ett för människor sannolikt cancerogent ämne (IARC 2A).

Det för hushållsvatten fastställda maximivärdet 0,10 µg/l beräknas utifrån en uppskattad polymermängd genom kännedom utifrån produktdeklarationen om den mängd epiklorhydrin som lossnar eller upplöses mest. Om epiklorhydrinhalten mäts i vatten tas WHO:s hälsobaserade rekommenderade maximala halt som maximalt värde. För epiklorhydrin är det 0,40 µg/l.

3.2.11. Fluorid, F⁻

I finländska grund- och ytvattnet finns det ofta föga fluorid, med undantag för rapakiviområden (t.ex. Kymmenedalen) där fluoridhalten i grundvattnet kan vara flera milligram per liter. Förhöjda fluoridhalter kan också förekomma i borrhunnsvatten utanför rapakiviområdena.

Fluorid anses vara ett för människan nödvändigt spårelement. Små koncentrationer minskar tandkaries. Överdrivet intag av fluorid medför

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

utvecklingsstörningar i tandemaljen, tandfluoros. Detta kan konstateras när dricksvattnets fluoridhalt överskrider 1,5 mg/l under perioden då tänderna utvecklas. Särskilt viktigt är det att fluoridhalten i dricksvattnet för spädbarn och gravida mödrar är mindre än 1,5 mg/l. Alltför rikliga intag av fluorid medför också förändringar i spongiösa benstrukturer och ökar benägenhet för benbrott (benet är för hårt). Överdrivet fluoridintag har konstaterats öka risken för höftbensbrott hos äldre. Vatten med en högre fluoridhalt än 2 mg/l bör inte varaktigt användas som dricksvatten och vid matlagning.

Det är tekniskt möjligt fastän relativt dyrt att avlägsna fluorid ur vatten. Det bästa sättet att minska intaget av fluorid ur hushållsvatten i praktiken är att ersätta en del av vattnet med vatten som innehåller föga fluorid. Det finns även fastighetsspecifika anordningar för borttagning av fluorid.

På grund av de ovan beskrivna sanitära konsekvenserna har det hälsobaserade maximivärdet för fluoridhalt fastställts till 1,5 mg/l.

3.2.12. Kadmium, Cd

I vattendrag i naturtillstånd är kadmiumkoncentrationen generellt under 1 µg/l. I finländskt vattenledningsvatten är kadmiumkoncentrationen i genomsnitt under 0,05 µg/l (under kvantifieringsgränsen). Kadmium kan hamna i vattendrag ur avloppsvattnen från samhällen och industrier samt från depositioner, gödsel, regelstridigt använt avloppsslam vid markförbättringar och från vattenarmaturer av metall. I vissa områden med zinkmalm har man konstaterat förhöjda kadmiumkoncentrationer i grundvattnet. Lokalt förhöjda koncentrationer har också observerats till följd av dammutsläpp inom malmförädlingsindustrin. Förekomst av kadmium i analysresultat kan häröra från t.ex. färgämnen på redskap för provtagningar.

Kadmium är en giftig tungmetall som ackumuleras i kroppen. Med åldern anrikas kadmium i njurarna och dess biologiska halveringstid i människokroppen är lång, 10–35 år. Konsekvenserna av långvarig exponering koncentreras särskilt till njurarna, där kadmium inverkar skadligt på njurarnas utsöndringsfunktion. Som värst kan kadmium medföra permanent njurskada. Kadmium gör dessutom benbyggnaden skör.

Kadmium har klassificerats som ett för människor sannolikt cancerogent ämne vid inandning (IARC 2A), men oralt intaget anses det inte vara cancerogent.

Det hälsobaserade maximivärdet för kadmium är 5,0 µg/l.

3.2.13. Krom, Cr

I grundvatten i naturtillstånd förekommer det synnerligen lite krom. Kromföreningar kan hamna i vattendrag ur avloppsvatten från bl.a. metall-, läder- och glasindustrin. Krom kan upplösas i vattenledningsvatten ur legeringar som använts i vattenarmaturer i fastigheter eller ur vissa vattenbehandlingskemikalier.

Trevärdigt krom är nödvändigt för människan. Sexvärdigt krom är däremot cancerogent och mutagent. Det har klassificerats som cancerogent för

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

människor vid inandning (IARC Group 1). Om vattnet desinficeras, är allt krom generellt sexvärdigt krom. Sexvärdigt krom ombildas i magen till trevärdigt och oralt intaget krom klassificeras inte som cancerogent. Annan än arbetsbaserad kromexponering har inte påvisats vålla människor sanitära olägenheter.

Det hälsobaserade maximivärdet för krom i hushållsvatten är 50 µg/l.

3.2.14. Koppar, Cu

Koppar är ett nödvändigt spårelement och det genomsnittliga intaget av koppar ur födan uppskattas till 1–3 mg om dagen. Koppar i hushållsvatten härrör mest från material i fastigheternas vattendistributionsanordningar och -armaturer och fastigheternas ägare har ansvaret för valet av dessa. I vatten som har stått i vattenledningar kan det finnas några milligram koppar per liter, men halten sjunker snabbt när man låter vattnet rinna. Det lönar sig därför att spola vattenledningsvattnet en stund innan man tar vatten att dricka. Bruksvatten, eller varmt vattenledningsvatten ska inte användas som dricksvatten eller till matlagning därför att det är vanligt med höga kopparhalter i bruksvattnet.

Koppar ger vattnet en bitter smak. Koppar bildar grönaktiga fläckar på sanitetsinredningar och -armaturer och tvätt med kopparhaltigt vatten kan ge håret en grönaktig färg. Koppar ökar korrosionen av anordningar, inventarier och armaturer som innehåller aluminium och zink.

Dricker man mycket kopparhaltigt vatten kan det irritera magen och ge plötsligt illamående. Symptomen kan börja framträda när vattnets kopparhalt överskrider 2 mg/l.

Vid myndighetstillsyn undersöks kopparhalt i fastighetens vattenledningar, på grund av att man börjar ta ett prov med en liter vatten när hushållsvattnet har fått rinna i 2–5 sekunder. Kopparhalten för levererat hushållsvatten kan analyseras ifall vattnet fått rinna före provtagning så länge att temperaturen på det har stabiliserats.

Det hälsobaserade maximivärdet för koppar i hushållsvatten är 2,0 mg/l.

3.2.15. Bly, Pb

Bly är en giftig tungmetall som ackumuleras i kroppen och kan medföra skadliga effekter på bl.a. nervsystemet och benbyggnaden. Bly är särskilt skadligt för barn. Hos barn orsakar bly inlärnings- och beteendestörningar. Beroende på exponeringsnivån kan bly även inverka skadligt på intelligenskvoten. För barns vidkommande känner man inte till att det skulle finnas någon oskadlig exponeringsnivå för bly. Skadligheten ökar efterhand som blykoncentrationen i blodet ökar. Över 70 % av blyet som människan exponeras för kommer från maten. Finländarnas genomsnittliga dos bly har uppskattats till 0,066 mg/dygn. Den andel av det totala intaget som kommer från dricksvattnet har uppskattats till under 10 %.

Blykoncentrationen i råvattnen som används vid vattenverken har påvisats generellt vara under kvantifieringsgränsen 0,5 µg/l, och i grundvattnen

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

under 0,5–4 µg/l. Bly kan hamna i råvatten till följd av industriella föroreningar. Bly kan upplösas i hushållsvatten ur material i distributionsanordningar, om det har använts blyinnehållande legeringar i materialen. Till skillnad från de flesta europeiska länder är blykoncentrationerna i hushållsvatten i Finland generellt ytterst små. I några brunn- och vattenledningsvatten har man funnit koncentrationer på över 50 µg/l.

Vid myndighetstillsyn undersöks blyhalt i fastighetens vattenledningar, på grund av att man börjar ta ett prov med en liter vatten när hushållsvattnet har fått rinna i 2–5 sekunder. Blyhalter för levererat hushållsvatten kan analyseras ifall vattnet fått rinna före provtagning så länge att temperaturen på det har stabiliserats.

Det hälsobaserade maximivärdet för bly i hushållsvatten är 10 µg/l.

3.2.16. Nickel, Ni

Generellt finns det föga nickel i råvatten. I områden med nickelhaltiga mineraler i markgrunden kan det dock i grund- och borrbrunnsvatten finnas nickelhalter över maximivärdet (20 µg/l). Nickel kan också med den industriella avloppsvatten hamna i vattendragen eller så kan det upplösas ur nickelinnehållande vattenarmaturer i fastigheter.

Nickel är ett nödvändigt spårelement. Det upptas minimalt i matsmältningskanalen. Vid oral intagning är nickel inte så värst skadlig. Nickel är en synnerligen allmän orsak till hudallergisymptom (knappar, bältesspännen, skräpsmycken), men i de koncentrationer som det förekommer i hushållsvatten ger det vid hudkontakt inte ens dem som är överkänsliga för nickel allergisymptom. Nickelföreningarna har klassificerats som cancerogena (IARC Group 1) för människor vid inandning, men oralt intagen nickel anses inte vara cancerogen.

Vid myndighetstillsyn undersöks nickelhalt i fastighetens vattenledningar, på grund av att man börjar ta ett prov med en liter vatten när hushållsvattnet har fått rinna i 2–5 sekunder. Nickelhalter för levererat hushållsvatten kan analyseras ifall vattnet fått rinna före provtagning så länge att temperaturen på det har stabiliserats.

Det hälsobaserade maximivärdet för nickel i hushållsvatten är 20 µg/l.

3.2.17. Nitrat, NO₃⁻

Nitrat kan hamna i råvatten från gödsel samt till följd av nedbrytning och oxidation av ämnen som innehåller kväve. Nitrathalten i de yt- och grundvatten som används som råvatten i Finland är generellt under 5 mg/l. Endast vid vissa mindre grundvattenverk kan vattnets nitrathalt vara 20–30 mg/l. I enskilda hushållsvattenbrunnar i glesbygden har man sporadiskt funnit nitrathalter på 30–100 mg/l. Annanstans i Europa är halter på över 50 mg/l allmänna.

Hälsoriskerna från nitrat koncentreras på spädbarn, hos vilka nitrit som bildas ur nitrat kan medföra störningar i syremetabolismen i röda blodkroppar, s.k. methemoglobinemi. Man har också misstänkt att nitrit som bildas i

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

matsmältningsorganen kunde bilda N-nitroso-föreningar, som förmodas orsaka cancer i magsäcken och urinblåsan.

Det hälsobaserade maximivärdet för nitrat i hushållsvatten är 50 mg/l ($\text{NO}_3\text{-N}$ 11,0 mg/l). Nitrat som angetts som kväve kan konverteras till nitrat med koefficienten 4,427.

3.2.18. Nitrit, NO_2^-

Nitrit bildas genom ofullständig oxidation av kväveföreningar (bl.a. ammonium). Dess förekomst i hushållsvatten är alltid ett tecken på bakteriell aktivitet i antingen vattentäkterna eller vattenledningarna. Nitrit konstateras sällan i vatten som distribueras av vattenverk. Desinficering med kloramin ökar möjligheten för förekomst av nitrit. Nitrit kan också bildas vid reduktion av nitrat genom biologiska aktiviteter i vattennätet.

Intaget av nitrit ur vattenledningsvatten är mycket litet jämfört med intaget från livsmedel. De sanitära konsekvenserna av nitrit har beskrivits i samband med nitrat.

Det hälsobaserade maximivärdet av nitrit i hushållsvatten ur användares kranar är 0,5 mg/l ($\text{NO}_2\text{-N}$ 0,15 mg/l). Maximivärdet av nitrithalten i utgående hushållsvatten från vattenverk är 0,1 mg/l ($\text{NO}_2\text{-N}$ 0,03 mg/l). Nitrit som angetts som kväve kan konverteras till nitrit med koefficienten 3,285.

3.2.19. pH

Om hushållsvattnets pH är mer än 9,5, kan vattnet medföra sanitära olägenheter på grund av dess alkalitet. Hos små barn orsakar pH-förändringar olägenheter lättare än hos vuxna, eftersom hos barn är mängden magsyror mindre och vätskeförbrukningen i proportion till vikten större än hos vuxna. Sanitära olägenheter uppträder i allmänhet som magbesvär, uppkastningar och diarré. Mycket alkaliskt vatten (pH över 10,5) kan dessutom medföra sveda i slemhinnorna i munnen och svalget. Sådant vatten kan också vid tvättning irritera ögonen och huden. När vattnets pH-värde är så pass högt, märks vattenkvalitetens avvikelser från det normala oftast genom att vattnet skummar och smakar underligt. En stark lutlösning fräter och medför brännskador på hud och slemhinnor.

Om vattnets pH är högre än kvalitetskravet 9,5, ska man omedelbart vidta åtgärder för att sänka pH-värdet.

3.2.20. Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) inklusive bens(a)pyren

Polycykliska kolväten, PAH-föreningar utgörs av en stor grupp aromatiska föreningar. De uppstår vid ofullständig förbränning och genom biologisk verksamhet. De finns också i bl.a. kreosotolja, som används vid impregnering av trävaror, och bitumenbeläggningar i vattenledningar. PAH-föreningar har ofta bundits till fasta partiklar, varför behandling av råvattnet med filtrering minskar koncentrationen av PAH-föreningar i vattnet. Huvuddelen av den dagliga PAH-dosen fås med maten och endast cirka 1 % av dagsdosen från hushållsvatten.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

I synnerhet PAH-föreningar med stora molekyler är cancerogena. Ur gruppen av PAH-föreningar har till referensämnen valts benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(ghi)perylen och inden(1,2,3-cd)pyren. I hushållsvatten ska totala halten av dessa vara under 0,1 µg/l.

Benso(a)pyren anses vara ett karakteristiskt ämne för bedömning av hälsoriskerna med PAH-föreningar. Det hälsobaserade maximivärdet för benso(a)pyren i hushållsvatten är 0,010 µg/l. Koncentrationen 0,07 µg/l av bens(a)pyren i dricksvatten motsvarar cancerriksnivån 10^{-5} , dvs. ett extra cancerfall per hundra tusen användare under livslång exponering.

3.2.21. Selen, Se

Förekomsten av selen i jordmånen i Finland är exceptionellt minimal. Selen anses vara ett för människan nödvändigt spårelement. Såväl bristande som överdrivet intag av selen orsakar sanitära olägenheter. Selen i stora doser är levertoxiskt och påverkar håret (håravfall) och naglarna.

Det hälsobaserade maximivärdet för selen i hushållsvatten är 10 µg/l.

3.2.22. Cyanider, CN⁻

Cyanider förekommer inte i hushållsvatten annars än i samband med föroreningar från avfall eller industriella avloppsvatten. Klorering av vattnet med pH över 8,5 ändrar cyaniderna till ofarliga cyanater.

Cyanid är ett akut giftigt ämne (stora doser). Det förhindrar cellandningen, medför syrebrist i hjärnan jämte därmed associerade symptom och leder i extremfall till döden. Oralt intaget i jämna, små doser är cyanid inte lika toxisk då den metaboliseras effektivt i levern. Cyanid kan kännas igen på lukten av bittermandel i vattnet när dess halt är högre 170 µg/l.

Det hälsobaserade maximivärdet för cyanid i hushållsvatten är 50 µg/l.

3.2.23. Tetrakloreten och trikloreten

Tetrakloreten (perkloreten) används allmänt i kemtvätterier och inom textilindustrin. Tetrakloreten har också använts inom metallindustri vid fettborttagning. Tetrakloreten överförs tämligen väl i jordmån. I vatten kan tetrakloreten under anaeroba förhållanden brytas biologiskt ned till dikloreten, vinylklorid och eten. I Finland har några fall fastställts där grundvattnet har förorenats med tetra- och trikloreten. Kemiska tvättinrättningar har ofta misstänkts vara förorenare.

Tetrakloreten skadar levern och njurarna och höga koncentrationer påverka funktionerna i det centrala nervsystemet. Tetrakloreten har klassificerats som ett för människor eventuellt cancerogent ämne (IARC 2A). Tetrakloreten har fastställts orsaka tumörer i levern och njurarna samt leukemi hos försöksdjur.

Trikloreten (synonym trikloretylen) används huvudsakligen vid fettborttagning inom metallindustrin. Trikloreten används också i viss mån vid

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

kemtvätterier samt som råvara inom den kemiska industrin. Trikloretin är flyktigare än tetrakloretin och överförs snabbare än den i jordmånen. I vatten kan trikloretin under anaeroba förhållanden brytas biologiskt ned till bl.a. vinylklorid. I grundvatten sönderfaller trikloretin mycket långsamt genom mikrobiell aktivitet.

De metaboliter som trikloretin bildar i kroppen är genotoxiska och cancerogena. Trikloretin har klassificerats som ett för människor sannolikt cancerogent ämne (IARC 2A). Hos försöksdjur har trikloretin orsakat tumörer i njurar, lungor och testiklar. Trikloretin är teratogent hos försöksdjur och medför missbildningar i hjärtat. Epidemiologisk forskning indikerar att detta gäller även för människor.

Om hushållsvatten innehåller trikloretin kan den upptas av kroppen lika mycket genom inandning och huden som vid oralt intag.

Maximivärdet av summan av koncentrationerna av tri- och tetrakloretin i hushållsvatten är 10 µg/l.

3.2.24. Pesticider

Pesticider förekommer i ytvattendrag genom urlakning från bl.a. åkrar, trädgårdar och järnvägsrenar. Pesticider kan förekomma i grundvatten förutom genom normal användning även genom felaktig lagring och bortskaffande av förpackningar. De koncentrationer av pesticider som har fastställts i Finland har med undantag för enskilda brunnar varit mycket små (se [Förekomst av pesticider i grundvatten](#), SYKE, på finska). Annanstans i Europa förekommer pesticider tämligen allmänt i grundvatten.

Pesticiderna utgörs av en omfattande grupp ämnen med sanitära biverkningar som är mycket varierande. Även nedbrytningsprodukterna från pesticider kan vara sanitärt olägliga. Maximivärdet av den totala mängden pesticider och deras metaboliska, nedbrytnings- och reaktionsprodukter är 0,5 µg/l. Maximivärdet av en enskild pesticid är 0,10 µg/l med undantag för aldrin, dieldrin, heptaklor och heptaklorepoxid, vilka har maximivärdet 0,030 µg/l. Dessa maximivärden har fastställts på en generisk grund för att skydda mot pesticider på en allmän nivå. Toxiciteten av enskilda pesticider varierar och därmed även den skadliga koncentrationen. Pesticidspecifika, hälsobaserade och rekommenderade maximala koncentrationer för bedömning av sanitära olägenheter utvärderades bl.a. i WHO:s rekommendationer för dricksvattenkvalitet ([Guidelines for drinking water quality](#)) och med dem associerade temaspecifika bakgrundsdocument (Background documents). Myndighetstillsynen ska åtminstone undersöka för de pesticider som sannolikt finns i vattnet i det vattendistributionsområde som är föremål för tillsynen (se tillämpningsanvisningen, Tabell 3 i del II).

Pesticiden dalapon är kemiskt sett samma förening som 2,2-diklorpropansyra, en biprodukt vid klordesinficering. Om man vid analyser för pesticider i hushållsvatten upptäcker dalapon ska man undersöka om det är fråga om en biprodukt från desinficering eller en pesticid som upplösts i råvatten. På biprodukter från klordesinficering tillämpas inte maximivärdet för pesticider. Det av EPA (United States Environmental Protection Agency) i USA utfärdade hälsobaserade maximivärdet för dalapon är 200 µg/l.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

3.2.25. Trihalometaner (THM)

Trihalometaner (kloroform, bromdiklormetan, dibromklormetan, bromoform) uppstår vid desinficering av humushaltigt hushållsvattnet med fritt klor. Också övriga former för användning av klor, till exempel kloramin och klordi-oxid orsakar att det bildas trihalometaner, fastän i mindre utsträckning än fritt klor. Kloroform är den vanligaste trihalometanen i klorerat vatten. Koncentrationen av organiska ämnen och brom i vattnet som desinficeras inverkar i hög grad på mängden trihalometaner som uppstår vid desinficering och på deras relativa andelar. Bildandet av skadliga föreningar kan effektivast minskas genom att koncentrationen av organiska substanser i vattnet minskas med hjälp av lämplig förbehandling före desinficeringen.

Hög trihalometanhalt indikerar även förekomst av andra halogenerade organiska föreningar. De sanitära effekterna av dessa är inte noggrant kända. Därför borde trihalometanhalten i hushållsvatten vara så låg som det är möjligt i praktiken utan att vattnets mikrobiologiska kvalitet under några som helst omständigheter äventyras.

Kloroform avdunstar lätt ur vatten och därför exponeras man för den förutom via hushållsvatten även via andningsluften, till exempel i duschen. Kloroform tränger också tämligen väl genom huden. Av trihalometanerna har kloroform respektive bromdiklormetan klassificerats som ett för människor eventuellt cancerogent ämne (IARC 2B). Kloroform medför hos försöksdjur tumörer i levern och njurarna, bromdiklormetan tumörer i levern och njurarna samt tumörer i tarmsystemet. Trihalometaner har i sin helhet misstänkts vara en grupp kemiska ämnen som höjer den för människor högre cancerrisken med anknytning till klorerat dricksvatten.

Maximivärdet av summan av trihalometaner är 100 µg/l.

3.2.26. Uran, U

Naturligt uran är ett ordinärt grundämne i berggrunden och det finns särskilt i granit. Uranhalten i berggrunden varierar emellertid områdesvis och i grundvattnet kan koncentrationerna vara synnerligen olika ([Radon- och uranatlantlas över borrhunnar](#), STUK, på finska). Uran förekommer särskilt i vatten i borrhunnar. Naturligt uran består av isotoper ²³⁸U (99 %), ²³⁵U (0.7 %) och ²³⁴U (0.005 %). Naturlig uran är radioaktiv men dess hälsoskadlighet i hushållsvatten bygger på uranets kemiska toxicitet. I stora koncentrationer är uran skadligt också som ett radioaktivt ämne.

Uran är toxiskt för njurarna. Uran inverkar på njurarnas utsöndringsfunktion och ökar utsöndringen av joner (kalcium, fosfat) och små proteiner i urinen. I stora doser kan uran medföra bestående njurskada. Uran ackumuleras i benbyggnaden och påverkar dess konsistens. Uranexponering har även konstaterats ha samband med förhöjt blodtryck.

Maximivärdet för uran i hushållsvatten är 30 µg/l.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

3.2.27. Vinylklorid

Vinylklorid används huvudsakligen som råvara vid tillverkning av polyvinylklorid (PVC). Det används också i någon mån vid tillverkning av andra produkter. När det hamnar i jordmånen överförs det snabbt till grundvatten. I grundvatten kan vinylklorid kvarstå i årtal. Vinylklorid kan också hamna i grundvatten som biprodukt till nedbrytningen av trikloreten eller tetrakloreten i vatten. Vinylklorid avdunstar lätt i luft och man exponeras i hög grad för den via luftrören.

Vinylklorid förekommer som orenhet i polyvinylklorid. Vederbörligen testade PVC-rör är ändå trygga. Det för hushållsvatten fastställda maximivärdet 0,50 µg/l beräknas på basis av polymerens doseringsmängd genom kändedom utifrån produktdeklarationen om den mängd vinylklorid som lossnar eller upplöses mest. Koncentrationen av vinylklorid ska analyseras i hushållsvattnet, om tri- eller tetrakloreten har påvisats i det. Om koncentrationen vinylklorid mäts i vatten, tas WHO:s hälsobaserade rekommendation för maximal koncentration till maximivärde. För vinylklorid är det 0,30 µg/l.

Vinylklorid har klassificerats som ett för människor cancerogent ämne (IARC Group 1) och det är genotoxiskt cancerogent. Vinylklorid orsakar levertumörer hos människan. Hos försöksdjur har tumörer också upptäckts i många andra organ.

För vinylklorid har ett hälsobaserat maximivärde på 0,50 µg/l fastställts på risknivå 10^{-5} (ett extra cancerfall per 100 000 användare under livslång exponering).

3.3. Kvalitetsmål

3.3.1. Aluminium, Al

Aluminium förekommer i yt- och grundvatten i oftast relativt små mängder, under 0,1 mg/l. Undantagna är vatten från s.k. alun-lermarker, där koncentrationerna kan vara flera milligram per liter. Försurning av vattendrag och jordmån ökar upplösningen av aluminium ur markgrunden, vilket kan observeras som höjd aluminiumhalt i vattnet i grunda brunnar. Aluminium bildar med fluorid en komplex förening som är svår att isolera, ofta med följderna att när fluoridhalten är hög är även aluminiumhalten hög.

Det är inte känt att aluminium är ett för människan nödvändigt spårelement. I Finland är intaget av aluminium från födoämnen i genomsnitt 6,7 mg om dagen. Kokkärl av aluminium kan öka intaget med flera milligram och användning av läkemedel innehållande aluminium med tiotals, upp till hundratals milligram. Andelen av aluminium från vatten är i allmänhet klart under 5 % av det totala intaget. Aluminium i dricksvatten misstänks ha samband med vissa neurologiska störningar, men det finns inga bindande forskningsbevis på detta. Aluminium är neurotoxiskt i hjärnan.

Den andel av aluminiumhalten som efter processen för sedimentering av ytvattnet blir kvar i vattnet beskriver hur väl behandlingen av vattnet har lyckats. Hög restkoncentration av aluminium ökar punktkorrosionen i kopparrör och kan bilda fällningar i rören.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

För aluminium i hushållsvatten är kvalitetsmålet max 200 µg/l.

3.3.2. Ammonium, NH₄⁺

Ammonium hamnar i vattendrag som produkt från nedbrytning av kvävehaltiga organiska ämnen och från gödsel samt med avloppsvatten från industrier och bosättningar. Ammonium finns också naturligt i vissa grundvattnområden. Vid kloramindesinficering tillsätts ammonium i vattnet för att binda klor. I vatten som distribueras av vattenverk är mängden ammonium oftast under kvantifieringsgränsen.

Toxiciteten av ammoniumsalter är synnerligen minimal och ur födan får man upp till hundrafaldiga mängder av dessa jämfört med vatten. Betydelsen av ammonium för den sanitära kvaliteten på vatten utgår från att ammonium reagerar med det klor som används som desinficeringsmedel; reaktionen försvagar desinfektionens effektivitet. Ammonium kan dessutom under behandling eller i vattenledningsnätet oxideras till nitrat och nitrit. Höga koncentrationer av ammonium ger vattnet en stickande lukt eller smak.

Kvalitetsmålet för ammonium i hushållsvatten är max 0,5 mg/l (0,4 mg/l NH₄-N). Ammoniumhalt som angetts som kväve kan konverteras till ammoniumhalt med koefficienten 1,288.

3.3.3. Lukt och smak

Vattnets lukt och smak är allmänna indikatorer på vattnets kvalitet. Lukt och smak ingår i kvalitetsmålen och förutsätts kunna godtas av användarna. Om lukten eller smaken är onormal ska orsaken till förändringen utredas liksom även om detta ger sanitära olägenheter. Ovanliga förändringar i lukten eller smaken kan vara en indikation på en störning som hotar vattnets sanitära kvalitet. Framför allt ska observationer som tyder på lukt av avloppsvatten kontrolleras.

Vad lukt och smak beträffar, kan hushållsvatten anses vara adekvat för användningssyftet om användarna accepterar det. Hushållsvatten kan uppta lukt och smak när det står och blir varmt i fastighetens rörsystem. Det har också observerats att vissa material ger vatten lukt och smak. Lindrig smak och lukt av klor i vattnet hos vattenverk som använder klordesinficering anses inte vara ett kvalitetsfel.

Utifrån förordningen fastställs lukt och smak vid begränsade kontroller. Lukten borde alltid även fastställas vid provtagningar emedan egenskaperna kan förändras under förvaring och transporter. Undersökningar för lukt och smak beskrivs i standarden SFS-EN 1622, annex C. I laboratoriers testrapporter ska det anges om lukten eller smaken är normal eller onormal. Om lukten eller smaken är onormal ska detta specificeras med ytterligare attribut.

3.3.4. Oxiderbarhet

Oxiderbarhet (COD_{Mn}) utgår från egenskapen hos kaliumpermanganat att oxidera organiska ämnen; med det mäter man mängden organiska substanser i hushållsvatten. Resultatet anges som syreekvivalenter (mg O₂/l),

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

dvs. hur mycket syre det skulle gå åt om oxideringen skedde med syre i stället för kaliumpermanganat. Oxiderbarheten fås i praktiken genom att dividera åtgången av kaliumpermanganat (dvs. mängden KMnO_4) med 3,95. Oxiderbarhet är således ett annat sätt ange resultatet av åtgången av kaliumpermanganat (mängd KMnO_4), därför att metodiskt sett är det fråga om samma analys. En del organiska substanser oxideras inte med kaliumpermanganat. Å andra sidan oxiderar kaliumpermanganat även reducerade oorganiska ämnen (t.ex. tvåvärdigt järn).

Mängden KMnO_4 i det ytvatten som i Finland används för vattenförsörjning är i allmänhet 20–50 mg/l ($\text{COD}_{\text{Mn}} \sim 5\text{--}13 \text{ mg O}_2/\text{l}$) och detta härrör huvudsakligen från naturlig humus. I oförorenade grundvatten är mängden KMnO_4 i allmänhet 1–5 mg/l (COD_{Mn} under $1,3 \text{ mg O}_2/\text{l}$), såvida det i jorden inte finns humus som upplöses och på så sätt ökar mängden KMnO_4 .

I sig är humus i vatten inte hälsoskadlig men färgar vattnet och ger det smak av lera samt faller ut fällningar vid kokning. Indirekt kan humus försämra vattnets sanitära kvalitet genom att den genom oxidation förbrukar desinficeringskemikalier och då försvagas desinfektionens effektivitet. Förökningen av mikrober i vattenledningsnät är desto vanligare, ju större mängden KMnO_4 finns i vattnet som leds till nätet är. Bättre mätare på mikrobeförökning än mängden KMnO_4 är AOC (assimilerbart organiskt kol) och BDOC (biologiskt nedbrytbart löst organiskt kol).

Totala mängden organiska ämnen har en avgörande inverkan på den mängd icke-önskade biprodukter som uppstår vid desinficering. Den sanitära olägenheten av dessa har bevisats. Hög mängd KMnO_4 i berett ytvatten indikerar samtidigt brister i metoden för vattenbehandlingen eller i processens användbarhet.

För oxiderbarhet ($\text{COD}_{\text{Mn}} - \text{O}_2$) av hushållsvatten är kvalitetsmålet 5,0 mg/l. I stället för oxiderbarhet kan man kvantifiera totalt organiskt kol (TOC), om vilket har berättats i stycke 3.3.8.

Enligt den lilla hushållsvattenförordningen (401/2001) är kvalitetsmålet för mängden kaliumpermanganat 20 mg/l ($\text{COD}_{\text{Mn}} - \text{O}_2$ 5 mg/l). För att minska indirekta verkningar bör man ändå sträva efter ett värde $<8 \text{ mg/l}$ ($\text{COD}_{\text{Mn}} <2 \text{ mg/l}$). Vid kontrollanalyser kan kvantifiering av mängden kaliumpermanganat ersättas med kvantifiering av totalt organiskt kol (TOC).

3.3.5. Klorid, Cl^-

Mängden klorid i söta ytvatten är i allmänhet under 10 mg/l, såvida de inte har påverkats av kloridhaltiga avloppsvatten eller saltning av landsvägar. I grundvatten förekommer det klorid i gamla havsbottenområden eller efter påverkan av avloppsvatten och vägsaltning. Då kan koncentrationerna uppgå till tiotals eller hundratals milligram per liter.

Det dagliga intaget av klorid ur föda uppskattas till 6 000 - 12 000 mg, beroende på hur mycket bordssalt man använder. Mängden som fås från dricksvatten är generellt under 100 mg. Det är inte känt att klorider har skadliga hälsokonsekvenser, men vid koncentrationer på 200–300 mg/l ger de

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

vattnet smak. Klorid ökar vattnets korroderande verkan, om koncentrationen är tiotals milligram per liter.

Kvalitetsmålet för klorid i hushållsvatten är max 250 mg/l, vilket utgår från en uppskattad smaktröskel. För att undvika korrosionsproblem bör man ändå sträva efter klart mindre kloridhalter. Kloridhalten ska helst vara under 25 mg/l, såvida inte vattnets egenskaper i övrigt minskar de skadliga effekterna av klorid. Hushållsvattnets korroderande egenskaper har behandlats närmare i stycke 6.

3.3.6. Mangan, Mn

I grundvatten kan det naturligt finnas höga manganhalter, vilket orsakas av mark- och berggrunden. Tidvis är koncentrationerna höga också i ytvatten. I grundvatten förekommer mangan ofta tillsammans med järn. Vid vattenbehandling är borttagning av mangan svårare än av järn. Därför har vatten som distribueras av vattenverk där det används behandling för borttagning av järn och mangan ofta kvalitetsfel från mangan.

Mangan är en neurotoxisk metall. Vid intag med dricksvattnet har mangan ansetts vara föga toxisk, men nya forskningsresultat tyder på att metallen är skadlig för i synnerhet barn. Mangan från dricksvatten sägs ha samband med inlärnings- och beteendestörningar hos barn, och även med lägre intelligenskvot (liknande påverkningar med bly). Sambandet med dessa olägenheter har påvisats när dricksvattnets mangankoncentration har varit större än 100 µg/l. Mangan i dricksvatten kan vara skadligt också för vuxna, men i större koncentrationer än de som förmodas vålla barn sanitära olägenheter.

För mycket mangan ger vatten och drycker som tillreds av det obehaglig smak, beläggningar på sanitets- och hushållsmöbler samt fläckar på tvätt. Redan mycket små mangankoncentrationer (20 µg/l) i vatten kan ge beläggningar på vattendistributionsanordningar, och s.k. manganbakterier främjar att det uppstår sådana fällningar. Fällningar, som tidvis sätter sig i rörelser, kan uppträda som sotliknande flingor eller fettartade bildningar med mycket stark fläckbildande verkan. Lösa fällningar måste regelbundet avlägsnas ur nätet, till exempel med att spola nätet. Manganfällningar ackumuleras i regel i huvudvattenledningarna nära en vattentäkt.

Utifrån de ovan beskrivna tekniska och estetiska olägenheterna är kvalitetsmålet för mangan i hushållsvatten max 50 µg/l. När man följer kvalitetsmålet noggrant skyddar den även mot sanitära olägenheter (Tabell 1). I anvisningen för tillämpning av hushållsvattenförordningen, del II, avsnitt 21, berättas om kommunala hälsoskyddsmyndighetens åtgärder när kvalitetsmålet för mangan avviker på grund av hushållsvattnet som anläggning levererar, och i avsnitt 22.1 när manganhalten avviker från kvalitetsmålet på grund av fastighetens vattenanordningar.

Tabell 1. Påverkan av mangan och rekommendationer för avlägsnande av mangan ur hushållsvatten.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Koncentration (µg/l)	Påverkan och rekommenderad åtgärd
20	Kan orsaka fällningar i vattendistributionsanordningar.
50	Orsakar fällningar och ger vatten smak, missfärgar sanitetsmöbler och -armaturer samt tvätt. Maximivärde för av vattenverk distribuerat hushållsvatten, enligt kvalitetsmålet i hushållsvattenförordningen. <i>Rekommendation: borttagning av mangan i vattenbehandlingen vid vattenverket.</i>
100	Orsakar fällningar och ger vatten smak, missfärgar sanitetsmöbler och -armaturer samt tvätt, och kan utifrån vissa undersökningar orsaka sanitära olägenheter (neurologiska symptom). Maximivärde för brunnsvatten, enligt kvalitetsmålet i lilla hushållsvattenförordningen. <i>Rekommendation: borttagning av mangan.</i>
400	Världshälsoorganisationens (WHO) hälsobaserade maximivärde. <i>Rekommendation: vattnet används inte utan borttagning av mangan.</i>

3.3.7. Natrium, Na

Natrium i hushållsvatten härrör från antingen råvatten eller vattenbehandlingskemikalier (soda, lut, regenereringssalt för jonbytare). Natriumhalten i brunnsvatten i gamla havsbottenområden kan vara 50–100 mg/l, men normalt är natriumhalten i yt- och grundvatten under 5 mg/l. Salt som använts vid vägsaltning kan också vara orsak till förhöjd natriumhalt. I vägsalt är förhållandet natrium/klorid cirka 0,6. Natriumhalten i grundvatten kan påverkas av bl.a. avfall, soptippar o.d.

Mängden natrium som intas med näring varierar stort, i genomsnitt 3 000–4 000 mg om dagen. Natrium som intas med hushållsvatten, som mest 100–200 mg om dagen, representerar således en mycket liten del av det totala intaget. Personer vars hälsotillstånd kräver natriumfattig diet ska helst känna till vattnets natriumhalt.

Kvalitetsmålet för natrium i hushållsvatten är max 200 mg/l. Kvalitetsmålet är samma som den genomsnittliga smaktröskeln för natrium i rumstemperatur.

3.3.8. Total mängd organiskt kol (TOC, Total Organic Carbon)

Total mängd organiskt kol uttrycks som kolhalt av mängden organiska ämnen i vattnet. Till skillnad från mängden KMnO_4 är TOC-halten inte

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

beroende av oxiderbarheten hos de organiska ämnena och ger således en sannare bild än mängden KMnO_4 av totala mängden organiska ämnen i vattnet. Särskilt vid små koncentrationer av en organisk substans indikerar mängden kaliumpermanganat värden som är minde än de egentliga. Fenomenet har observerats vid bl.a. anläggningar för artificiellt grundvatten respektive för strandinfiltration.

Förhållandet mellan mängden KMnO_4 och TOC-värdet är beroende av karaktären av de organiska substanserna i vattnet. Vid finländska ytvattenverk har TOC-värdet för råvatten varit 5–15 mg/l och för hushållsvatten 2–6 mg/l. För oförorenade grundvatten är TOC-värde generellt cirka 0,5 mg/l, såvida vattnet inte innehåller humus.

Förökningen av bakterier i nätet är beroende av mängden biologiskt sönderfallande organiska substanser, vars andel av den totala mängden organiskt material är liten. En minskning av TOC i nätet är i allmänhet en följd av biologisk aktivitet, vilket framgår som en ökning av antalet kolonier och som lukt- och smakstörningar.

TOC ingår i kvalitetsmålen och dess koncentration ska kontrolleras, om mängden levererat hushållsvatten överskrider 10 000 m³/dygn. Kvantifieringen av TOC kan användas som en alternativ metod i stället för mängden KMnO_4 . Vattenverk ska vidta åtgärder, om det sker onormala förändringar i mängden TOC.

Inget maximivärde har föreskrivits för TOC-halten. TOC-halten borde helst vara max 4,0 mg/l. Om organiska substanser i vattnet ger indirekta olägenheter ska TOC-halten minskas.

3.3.9. pH

Generellt i Finland är pH-värdet för grund- och ytvatten i naturtillstånd en aning surt (pH 6–7). Detta orsakar att de material av ex. gjutjärn, förzinkat stål, koppar, betong och asbestcement som använts i anordningar för vattendistribution oftast korroderar om vattnet inte alkaliserar. Metallerna i rören börjar upplösas när pH-värdet är under 7,1. Det sker ingen försämring av vattenkvaliteten på grund av korrosion i material när vattnets pH är lämpligt för vattendistributionsanordningarna, dvs. 7,0–8,8. För att minska korrosion ska pH-värdet hållas så konstant som möjligt.

På grund av felaktig dosering av alkaliseringskemikalier, funktionsstörningar i anordningar, eller rörmaterial innehållande cement kan vattnets pH-värde tillfälligt stiga över 9,0. Man kan inte ange ett entydigt maximivärde för när ett högt pH-värde i vatten kan medföra sanitära olägenheter. I hushållsvattenförordningen fastställs för pH-värde kvalitetskravet 9,5, då användningsförbud ska utfärdas för alkaliskt vatten. Eventuella sanitära olägenheter är beroende av vattnets alkalitet, alkaliserande kemikalier och halten av dem, bruksmängden vatten och hur det används, samt användarna.

Utifrån kvalitetsmålen ska pH-värdet i vattenledningsvatten vara 6,5–9,5. Vattnet får dock inte i skadlig utsträckning vara korroderande eller öka mängden fällningar, i praktiken ska således vattenverken eftersträva ett pH-

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

värde på 7,0–8,8. I avsnitt 6 anges ett index med vilket man kan bedöma hur hushållsvattnets kvalitet inverkar på metallkorrosion.

För hushållsvatten som levereras i flaskor eller behållare är kvalitetsmålet för pH-värde 4,5–9,5. Förpackat vatten kontrolleras enligt jord- och skogsbruksministeriets förordning 166/2010. Enligt 10 § i den ska förpackat hushållsvatten vid förpackningstillfället och under saluföringen uppfylla de i hushållsvattenförordningen föreskrivna kemiska och mikrobiologiska kvalitetskraven på vattnet.

3.3.10. Järn, Fe

Järn förekommer allmänt i Finlands grundvatten, och i ytvattendrag som bundet i humus. Det kan också upplösas i hushållsvattnet ur material i distributionsnät och -anordningar (gjutjärn, galvaniserat stål). Under vissa förhållanden kan det i vattenanordningar uppstå en mikrobflora som binder järn i sig. Då kan även mycket små järnmängder ge upphov till fällningar, som vid tryckvariationer eller ändrad flödesriktning sätter sig i rörelse och försämrar vattenkvaliteten. Redan en järnhalt på 50 µg/l kan ge upphov till järnfällningar.

Järnsalter är allmänna vid vattenbehandling. En järnhalt som ökar med tiden hos de vattenverk som använder järnsalter i vattenbehandlingen kan vara ett tecken på störningar i koaguleringsbehandlingen.

Hushållsvatten som innehåller mycket järn orsakar rostavlagringar på sanitets- och hushållsarmaturer, rostfläckar på tvätt och smak av rost i vattnet. Kvalitetsmålet för järn har fastställts på basis av de ovan beskrivna tekniska och estetiska olägenheterna.

Järn orsakar inte sanitära olägenheter vid koncentrationer då intag av vattnet är möjligt vad gäller utseendet och smak. I mycket stora koncentrationer irriterar järn matsmältningskanalen. För att järn inte ska ackumuleras i nätverket, bör järnhalten i det utgående vattnet från ett vattenverk vara väsentligt lägre än kvalitetsmålet. Genom regelbunden spolning av vattendistributionsnätet man kan minska såväl ackumulationen av järnfällningar som olägenheterna av dem.

I anvisningen för tillämpning av hushållsvattenförordningen, del II, avsnitt 21, berättas om kommunala hälsoskyddsmyndighetens åtgärder när kvalitetsmålet för järn avviker på grund av hushållsvattnet som anläggning levererar, och i avsnitt 22.1 när järnhalten avviker från kvalitetsmålet på grund av fastighetens vattenanordningar.

Kvalitetsmålet för järn i hushållsvatten är max 200 µg/l.

3.3.11. Konduktivitet

Vattnets konduktivitet beskriver mängden mineralsalter som upplösts i vattnet. Eftersom den elektriska ledningsförmågan endast indikerar total mängd salter kan man av det inte dra några slutledningar kring vattnets hälsoeffekter. För hushållsvattnets konduktivitet är kvalitetsmålet 2 500 µS/cm (250

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

mS/m). För att undvika korrosionsproblem bör man försöka minska konduktiviteten så mycket som möjligt.

Resultatet (mS/m) utifrån SFS-standarderna ska multipliceras med 10 för att man ska uppnå det i hushållsvattenförordningen fastställda resultatet, därför att i hushållsvattenförordningen används enheten $\mu\text{S/cm}$.

3.3.12. Grumlighet (turbiditet)

Turbiditet i vatten härrör generellt från lera, järn eller kolloida föreningar och har i sig inga sanitära verkningar. Många tungmetaller, pesticider, organiska klorföreningar och bakterier har benägenhet för att adsorberas på fasta partiklar. Vattnets turbiditet kan påverka hur väl desinficering av vattnet lyckas, framför allt när turbiditeten härrör från partiklar i vattnet. Turbiditet är en bra indikator vid kontroll av effektiviteten av kemisk vattenbehandling. Turbiditeten kan förändras i nätet. Även om det utgående vattnet från vattenverket skulle vara klart, kan hushållsvattnet vara grumligt när det tappas ur en användares kran.

Den vanligaste orsaken till grumlighet i vattnet som vattenanvändaren får är luft, som vid frigörelse grumlar vattnet. Turbiditet som orsakats av luft försvinner snabbt när vattnet får stå i t.ex. ett vattenglas. Turbiditeten börjar försvinna från botten i vattenglas, och till sist från vattenytan.

Vattnets turbiditet ingår i kvalitetsmålen och det förutsätts att användarna kan acceptera den. Om turbiditeten är onormal ska orsaken till förändringen utredas liksom även om detta ger sanitära olägenheter. Vid ytvattenverk ska turbiditeten i det utgående vattnet vara max 1 NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

3.3.13. Sulfat, SO_4^{2-}

Med undantag för kusttrakterna är sulfathalterna i finländska vatten i allmänhet låga. Aluminiumsulfat som använts vid behandling av ytvatten ökar ofta vattnets sulfathalt med 20–50 milligram per liter. Aluminiumsulfat innehåller cirka 50 % sulfat.

Uppskattningarna av intaget av sulfat från föda är mycket knappa. Intaget från hushållsvatten varierar stort. Om man använder rikligt med buteljerat vatten innehållande mineralsalter kan intaget av sulfat vara hundratals milligram om dagen. I stora doser (på över 500 mg/l dricksvatten) har sulfater en avförande (laxativ) verkan. Med koncentrationer på över 1 000 mg/l upplever nästan alla en laxativ verkan.

Kvalitetsmålet för sulfat i hushållsvatten är max 250 mg/l. Höga sulfathalter i vattnet ökar korrosionen. För att undvika korrosionsproblem ska man sträva efter lägre sulfathalter, till exempel under 150 mg/l. Betydelsen av sulfat för korrosion behandlas i stycke 6.

3.3.14. Färg

Vattnets färg härrör generellt från färgade organiska föreningar som till exempel humussyror. Även metaller såsom järn och mangan ökar vattnets

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

färgtal. Många skadliga tungmetaller och organiska föreningar förbinder sig till humussyror. Vattnets färg är förutom ett estetiskt problem även en teknisk olägenhet. Genom att behandla vattnet så att färgtalet sänks kan man minska mängden skadliga ämnen som uppstår vid klorering.

Färgtalet har inget direkt samband med hushållsvattnets sanitära verkningar. Vattnets färg ingår kvalitetsmålen och det förutsätts att användarna kan acceptera den. Om färgen är onormal ska orsaken till förändringen utredas liksom även om detta ger sanitära olägenheter.

4. Radioaktivitet

Hushållsvattenförordningen reviderades i november 2015 med avseende på radioaktiviteten i hushållsvatten, på så sätt att Rådets direktiv 2013/51/EURATOM av den 22 oktober genomfördes genom revideringarna. Rådets direktiv förutsatte ett maximivärde för radon så att värdet kan fastställas nationellt och det får vara högst 1 000 Bq/l. I Finland föreskrevs för hushållsvatten kvalitetskravet 1 000 Bq/l och kvalitetsmålet 300 Bq/l. Vid samma revidering av hushållsvattenförordningen föreskrevs för tritium maximivärdet 100 Bq/l och för den indikativa dosen maximivärdet 0,10 millisievert (mSv) om året.

4.1. Aktivitet

Med aktivitet avses antalet förändringar i en atomkärna (t.ex. radioaktivt sönderfall) per tidsenhet och enheten för detta är becquerel (Bq). En Bq motsvarar en förändring i sekunden i atomkärnor. För hushållsvatten anges aktiviteten generellt som aktiv koncentration, vilket är antal förändringar i atomkärnorna i en viss vattenvolym (till exempel Bq/l).

4.2. Effektiv dos

Exponering för strålningen uttrycks som effektiva doser. Den effektiva dosen anger att hela kroppen i genomsnitt exponeras för strålning. Den är en beräknad storhet i vilken man beaktar den energimängd från strålningen som absorberas av vävnader, typen av strålning samt den känslighet som olika vävnader eller organ har för strålningen. Enheten för en effektiv dos är sievert (Sv). Strålningens dos-effekt är enligt nuvarande uppfattning linjär, utan tröskelvärde. Det finns således inte någon oskadlig dos, utan cancerrisken ökar linjärt när dosen ökar.

Den effektiva dosen från radioaktiva ämnen i hushållsvatten är beroende av ämnenas aktiva koncentration, intagen mängd vatten och de aktuella nukleidernas förmåga att ge upphov till en strålningsdos. Utgående från doseringen kan man uppskatta att radioaktiva ämnen i dricksvatten årligen orsakar uppskattningsvis cirka tiotal cancerfall som leder till döden. Huvuddelen av dessa orsakas av radon i dricksvattnet och bara liten del av andra radioaktiva ämnen. Radon i vatten exponerar för strålning utöver vid intag även framför allt via andningsluften när radonet frigörs från vattnet till andningsluften. Övriga radioaktiva ämnen i hushållsvatten kan endast medföra strålningsdoser tillsammans med mat och dryck som intas, därför att endast radon är en gas.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

4.3. Radon, Rn-222

Naturliga radioaktiva ämnen i hushållsvatten härrör från de radioaktiva ämnen i mark- och berggrunden som ur mineraler i jordskorpan löses i yt- och grundvattnet. Eftersom grundvatten är mycket längre i beröring med mark- och berggrunden än ytvatten, är halterna av mineraler och således även radionuklider avsevärt större. Koncentrationerna i grundvatten i berggrunden är ännu större än i grundvatten i markgrunden.

Mest strålningsexponering från hushållsvatten orsakas av radon. Radon som sväljs tillsammans med vatten ger matsmältningsorganen ringa strålningsdoser. Den mest betydande strålningsexponeringen riktas dock mot lungorna, eftersom radon frigörs i luften ur vattnet när man (t.ex. duschar, diskar, lagar mat).

Kvalitetsmålet för radon är 300 becquerel per liter (Bq/l) och kvalitetskravet 1 000 becquerel per liter (Bq/l). Den aktiva koncentrationen av radon behöver inte mätas om vattnet som bereds till hushållsvatten utslutande härrör från en ytvattenförekomst.

Det rekommenderas att den aktiva koncentrationen av radon undersöks i prover ur det utgående vattnet från anläggningen som levererar hushållsvatten, eftersom man utifrån prover som tas i den avlägsnaste ändan av distributionsnätet inte nödvändigtvis får en rätt bild av den aktiva koncentrationen i början av distributionsnätet. Radon har en halveringstid på 3,8 dygn.

Man ska i allmänhet inleda korrigerande åtgärder när den aktiva koncentrationen av radon är över 300 Bq/l. När den uppmätta radonhalten är 300–1 000 Bq/l, ska den kommunala hälsoskyddsmyndigheten överväga nödvändigheten av rättelseåtgärder på basis av riskbedömningar. Vid riskbedömning får man hjälp av Strålsäkerhetscentralen (radonvalvonta@stuk.fi). I vissa undantagsfall kan man godkänna att det finns mer än 300 Bq/l radon i hushållsvattnet. Sådana är de fall där vattenanvändningen är marginell eller vattnet används till matlagning på ett sätt där radonet antingen frigörs eller halveras under förvaringen eller tillverkningsprocessen.

Om radonhalten överstiger 1 000 Bq/l, ska den kommunala hälsoskyddsmyndigheten utan dröjsmål kontakta STUK (radonvalvonta@stuk.fi) och STUK förordna om begränsande av exponering för strålning (SSL 46 §) och kontrollera att förordnandet efterlevs (se tillämpningsanvisningen, del II, stycke 5.1.3.). STUK delger den kommunala hälsoskyddsmyndigheten för kännedom de direktiv som STUK meddelar. STUK och den kommunala hälsoskyddsmyndigheten samarbetar för att nödvändiga åtgärder genomförs och ytterligare undersökningar utförs.

För hushållsvatten i brunnar i privat bruk har som högsta tillåtna koncentration av radon fastställts 1 000 Bq/l, såsom föreskrivits i den lilla hushållsvattenförordningen (401/2001).

4.4. Tritium, H-3

Tritium är en väteisotop vars kärna utöver en proton även har två neutroner. För tritium används beteckningen H-3. Tritium uppstår oavbrutet genom kosmisk strålning i den övre atmosfären. Eventuella källor för utsläpp är

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

bland annat kärnkraftverk och hantering av tritium som använts som spårämne vid medicinsk forskning eller inom industrin. I naturen förekommer det också marginella mängder tritium från de atmosfäriska kärnvapenprov som pågick fram till 1960-talet.

Maximivärdet på 100 Bq/l för tritium är inte ett hälsobaserat maximivärde, det har fastställts utifrån mål för miljöskyddet. Syftet med maximivärdet är att minska tritiumhalten i vattendrag dit utsläpp från atomkraftverk och andra anläggningar släpps ut. Tritium är en beståndsdel i vatten (ersätter väteatom H-1 i vattenmolekylen) och kan inte avlägsnas i processer för vattenbehandling. Via hushållsvatten kan man exponeras för tritium endast oralt. Vad gäller hälsoeffekter, är tritium ett av de minst skadliga bland radioaktiva ämnen.

Man behöver inte analysera hushållsvattnet för tritium emedan STUK i det nationella programmet för övervakning av radioaktivitet i miljön regelbundet fastställer tritiumaktiviteten i vattnet från fem finska anläggningar som levererar hushållsvatten. Tritium har dessutom bestämts i andra undersökningar som gjorts vid STUK. Utifrån resultaten vet man att vid anläggningar som levererar hushållsvatten är tritiumaktiviteten klart mindre än det för tritium fastställda maximivärdet.

4.5. Uran, U-234 och U-238

Vattnets oxiderings- och reduktionsförhållanden påverkar uranets löslighet i vatten. Under reducerande förhållanden förekommer uran som en +4-värdig förening och är relativt olösligt. Under syreförhållanden bildar +6-värdigt uran lösliga komplex, som under lämpliga förhållanden kan vandra långa sträckor med grundvattnet. I finländska markgrunder är grundvattnet typiskt mjukt, innehåller mycket koldioxid och är ofta även surt. I berggrunder är grundvattnet typiskt basiskt och bikarbonathaltigt. Egenskaperna hos vardera grundvattentypen främjar lösligheten av uran i vatten. Bikarbonater i grundvattnet är sannolikt den viktigaste faktorn som främjar lösligheten av uran.

Betydande exponering för uran i Finland sker via hushållsvatten. Dessutom får man små mängder uran i kroppen via andning och mat. De sanitära olägenheterna från uran vållas framför allt av uranets kemiska toxicitet och inte av dess radioaktivitet. Uran är en tungmetall och giftigt i stora doser, framför allt för njurarna och benbyggnaden. Det uran som inte utsöndrats ur kroppen samlas bland annat i njurarna, benbyggnaden och levern. Finländska användare av borrbrunnar har således konstaterats ha uranbetingade, lindriga biverkningar i njurarna och benbyggnaden. Man har inte observerat något samband mellan uran i borrbrunnar och risken för leukemi eller cancer i magen, njurarna eller urinblåsan. I avsnitt 3.2.26 berättas om grunderna för det kemiska kvalitetskravet, 30 µg/l, för uran.

Maximivärdet av den indikativa dosen är 0,10 milliSv/år. Beräknat på detta är maximivärdet för uran-238 3,0 Bq/l och 2,8 Bq/l för uran-234. Uranisotoperna U-238 och U-234 uppträder dock alltid samtidigt i vatten. De maximala koncentrationerna är mindre än de som angetts ovan, om vattnet innehåller andra radioaktiva ämnen. Den kemiska uranhalten 0,10 mSv/år motsvarar en halt på cirka 100 µg/l.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

4.6. Radium, bly och polonium, Ra-226, Ra-228, Pb-210 och Po-210

Radium är ett betydande grundämne på grund av dess radiotoxicitet. Till sina kemiska egenskaper påminner det om kalcium och samlas således i människans benstomme.

Ra-226 i uranserien har en lång livslängd. Dess halveringstid är 1600 år. Ra-228 i toriumserien har en halveringstid på 5,8 år. I vattendrag med låg salthalt förekommer radium i löst tillstånd som kation, Ra^{2+} . I vatten med hög salthalt bildar radium svaga komplex tillsammans med klorid, sulfat och karbonat. Höga aktiva koncentrationer av radium har i regel påträffats i grundvatten med hög salthalt. Aktiva koncentrationer av radium i finländska grundvatten har inte observerats ha samband med koncentrationer av uran.

Efter radon är dess nedbrytningsprodukter, Pb-210 och Po-210, de viktigaste källorna för strålningsexponering från dricksvatten. Vattnets kemiska egenskaper inverkar på förekomsten av bly och polonium i grundvatten. I grundvatten kan de förekomma som joner, molekyler, i komplexform och bundna till olika slags partiklar. Polonium är relativt jämt fördelat över hela kroppen hos människor. De högsta aktiva koncentrationerna av polonium har påträffats i benbyggnaden. Mängden polonium i benbyggnaden är en följd av ackumuleringen av poloniumets modernuklid, Pb-210, i benstommen och nuklidens vidare sönderfall i polonium. Polonium ackumuleras i regel ur mjukvävnader i levern och njurarna.

Maximivärdet för radium-226 är 0,5 Bq/l, för radium-228 0,2 Bq/l, för bly-210 0,2 Bq/l och för polonium-210 0,1 Bq/l, om de radioaktiva ämnena är ensamma i vattnet. Den maximala koncentrationen lägre än vad som angivits ovan, om vattnet innehåller andra radioaktiva ämnen.

4.7. Indikativ dos

Med indikativ dos avses den totala, under ett år samlade mängden effektiva, av hushållsvatten orsakade doser av alla i hushållsvattnet observerade såväl naturliga som artificiella radionuklider, med undantag för tritium, kalium-40, radon och radonets kortlivade sönderfallsprodukter. Maximivärdet av den indikativa dosen är 0,10 milliSv/år.

Nivån på indikativ dos kan kvantifieras utifrån den totala koncentrationen av alfaaktivitet respektive den aktiva halten av enskilda radioaktiva ämnen (radionuklider) i ett prov. Om den totala koncentrationen av alfaaktivitet är mindre än 0,1 Bq/l och den aktiva halten av radon inte överskrider kvalitetsmålet på 300 Bq/l, kan man dra slutsatsen att den indikativa dosen inte överskrider nivån 0,10 mSv/år. Då behöver man inte kvantifiera de aktiva halterna av enskilda radioaktiva ämnen.

Om den aktiva halten av radon är större än 300 Bq/l och den totala koncentrationen av alfaaktivitet mindre än 0,1 Bq/l, räcker det som rättelseåtgärd för att minska den aktiva koncentrationen av radon med att man säkerställer att den indikativa dosen inte överskrider nivån 0,10 mSv/år.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Om den totala koncentrationen av alfaaktivitet överskrider 0,1 Bq/l ska de aktiva halterna av enskilda radioaktiva ämnen i prover kvantifieras för bestämning av den indikativa dosen (se hushållsvattenförordningen, del II, avsnitt 5.1.3.3.). Kvantifieringen kan utgå från en tolkning av alfasppektrum som utförs av STUK eller från analyser för enskilda radionuklider. STUK bedömer på basis av spektrum vilka radioaktiva ämnen man ska mäta i vattnet. Alfaaktiva ämnen, som kvantifieras i vattenprover, kan vara radium-226, uran-234, uran-238 och polonium-210 respektive betaaktiva radium-228 och bly-210. Vid behov kan det krävas att man också ska kvantifiera för andra radioaktiva ämnen.

Förutom STUK finns det i nuläget inga andra ackrediterade laboratorier i Finland som för bedömning av indikativ dos kan fastställa alfaaktivitet och aktiva koncentrationer i enskilda radioaktiva ämnen.

4.7.1. Beräkning av indikativ dos

För andra vatten än ytvatten tillämpas den totala koncentrationen av alfaaktivitet vid screening. Om den totala koncentrationen av alfaaktivitet överskrider 0,1 Bq/l ska den indikativa dosen bestämmas. För beräkning av indikativ dos måste aktivitetskoncentrationen för enskilda radionuklider bestämmas. Kvantifieringen kan utgå från en tolkning av alfasppektrum respektive analyser för enskilda radionuklider som utförs av ett laboratorium. I vattenprover bestäms de alfaaktiva ämnena radium-226, uran-234, uran-238 och polonium-210 respektive betaaktiva radium-228 och bly-210.

Utgående från de uträknade aktivitetskoncentrationerna för de radioaktiva ämnena beräknar man sedan den indikativa dosen (ID, indicative dose) med följande formel:

$$ID = \sum_i \frac{C_i}{RC_i} \cdot (0,10 \text{ mSv} / v)$$

där

C_i = det radioaktiva ämnets uppmätta aktivitetskoncentration (Bq/l)

RC_i = det radioaktiva ämnets härledda koncentration (Bq/l), som ger dosen 0,10 mSv/år

RC_i -värdena, som beräknats med av ICRP (International Commission on Radiological Protection) år 2012 fastställda doskonversionsfaktorer och motsvarar den årliga vattenkonsumtionen för vuxna (730 liter per person), är:

Nukleid	Aktivitetskoncentration (Bq/l), som ger dosen 0,1 mSv/år ¹⁾
²¹⁰ Pb	0,2
²¹⁰ Po	0,1
²²⁶ Ra	0,5
²²⁸ Ra	0,2

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

^{234}U	2,8
^{238}U	3,0
1) Värden har beräknats med de doskonversionsfaktorer som ICRP har fastställt. Doskonversionsfaktorerna kan förändras när de dosimetriska modeller som utgör grunden för dem preciseras. Om det vid kalkylen behövs härledda aktivitetskoncentrationer för andra än här nämnda radioaktiva ämnen så finns de att få hos Strålsäkerhetscentralen. Andra ämnen är alla radioaktiva ämnen som utifrån resultaten av Strålsäkerhetscentralens utredningar eller screening undersökningar av prover inte kan lämnas obeaktade med tanke på radiologiskt strålskydd.	

I finländska vattendrag förekommer det huvudsakligen bara naturliga radionuklider. Om man vet att det finns även artificiella radionuklider i vattnet, ska även de beaktas vid beräkning av indikativ dos. För andra än de i tabellen nämnda nukleiderna ger Strålsäkerhetscentralen härledda koncentrationer för radioaktiva ämnen.

Exempel på beräkning av indikativ dos

Vid mätningar har följande aktiva koncentrationer erhållits:

^{210}Pb 0,01 Bq/l

^{210}Po 0,01 Bq/l

^{226}Ra 0,1 Bq/l

^{228}Ra 0,05 Bq/l

^{234}U 0,4 Bq/l

^{238}U 0,3 Bq/l

$$\text{ID} = (0,01/0,2 + 0,01/0,1 + 0,1/0,5 + 0,05/0,2 + 0,4/2,8 + 0,3/3,0) \cdot 0,1$$
$$\text{mSv/år} = 0,08 \text{ mSv/år}$$

Den indikativa dosen underskrider maximivärdet 0,1 mSv/år.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Exempel på sambandet mellan indikativ dos och total koncentration för alfaaktivitet

Exempel 1:

Ett laboratorium har mätt den totala koncentrationen i vatten för alfaaktivitet till 0,03 Bq/l och radonhalten till 50 Bq/l. Eftersom den totala koncentrationen för alfaaktivitet är lägre än 0,10 Bq/l och radonhalten lägre än 300 Bq/l, kan man utan mer exakta bestämningar för radioaktiviteten konstatera att den indikativa dosen är lägre än 0,10 mSv/år.

Exempel 2:

Ett laboratorium har mätt totala koncentrationen i vatten för alfaaktivitet till 0,5 Bq/l. I testrapporten anges att den aktiva koncentrationen för radium (Ra-226) i vattnet är 0,05 Bq/l. I testrapporten har laboratoriet uppskattat att den totala koncentrationen för alfaaktivitet består uteslutande av uran, medan spektret visar att det inte finns polonium i vattnet.

Då bedöms den indikativa dosen så som följer:

De aktiva urankoncentrationerna för U-234 och U-238 bedöms utifrån den för finländska grundvatten typiska isotoprelationen (1,2). Den sammanräknade aktiva koncentrationen för uranisotoper är 0,45 Bq/l. Beräknat härav är den aktiva koncentrationen 0,20 Bq/l för U-238 och 0,25 Bq/l för U-234. Den aktiva koncentrationen för radium (Ra-226) är 0,05 Bq/l.

$$ID = (0,05/0,5 + 0,25/2,8 + 0,20/3,0) \cdot 0,10 \text{ mSv/år} \approx 0,03 \text{ mSv/år}$$

Exempel 3:

Ett laboratorium har mätt totala koncentrationen i vatten för alfaaktivitet till 1,8 Bq/l. I testrapporten anges att den aktiva koncentrationen för radium (Ra-226) i vattnet är 0,2 Bq/l. Enligt testrapporten kan laboratoriet inte utifrån ett spektrum bedöma om vattnet innehåller polonium (Po-210), eftersom spektret visar att det finns så pass mycket uran i vattnet att det stör kvantifieringen för polonium. Man uppmanar i testrapporten att det ska göras en radiokemisk bestämning för polonium.

Det görs en exaktare bestämning för polonium och detta ger 0,07 Bq/l som resultat.

Då bedöms den indikativa dosen så som följer:

De aktiva urankoncentrationerna för U-234 och U-238 bedöms utifrån den för finländska grundvatten typiska isotoprelationen (1,2). Den sammanräknade aktiva koncentrationen för uranisotoper är 1,53 Bq/l (= 1,8 – 0,2 – 0,07). Beräknat härav är den aktiva koncentrationen 0,70 Bq/l för U-238 och 0,83 Bq/l för U-234. Den aktiva koncentrationen för radium (Ra-226) är 0,2 Bq/l.

$$ID = (0,2/0,5 + 0,83/2,8 + 0,70/3,0 + 0,07/0,1) \cdot 0,1 \text{ mSv/år} \approx 0,16 \text{ mSv/år}$$

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Exempel 4:

Ett laboratorium har mätt totala koncentrationen i vatten för alfaaktivitet till 1,8 Bq/l. I testrapporten anges att den aktiva koncentrationen för radium (Ra-226) i vattnet är 0,15 Bq/l. Enligt testrapporten kan laboratoriet inte utifrån ett spektrum bedöma om vattnet innehåller polonium (Po-210), eftersom spektret visar att det finns så pass mycket uran i vattnet att det stör kvantifieringen för polonium. Man uppmanar i testrapporten att det ska göras en radiokemisk bestämning för polonium.

Det görs en exaktare bestämning för polonium och detta ger <0,01 Bq/l som resultat.

Då bedöms den indikativa dosen så som följer:

De aktiva urankoncentrationerna för U-234 och U-238 bedöms utifrån den för finländska grundvatten typiska isotoprelationen (1,2). Den sammanräknade aktiva koncentrationen för uranisotoper är 1,65 Bq/l (= 1,8 – 0,15). Beräknat härav är den aktiva koncentrationen 0,75 Bq/l för U-238 och 0,9 Bq/l för U-234. Den aktiva koncentrationen för radium (Ra-226) är 0,15 Bq/l.

$$ID = (0,15/0,5 + 0,9/2,8 + 0,75/3,0) \cdot 0,10 \text{ mSv/d} \approx 0,09 \text{ mSv/d}$$

5. Parametrar som är lämpliga för egenkontroll

Genom egenkontroll säkerställer man vattenkvaliteten i hela vattenproduktionskedjan, att vattenbehandlingen är relevant och vattnets kvalitet så att störningssituationer och förorening av hushållsvattnet förebyggs. Grunden för egenkontrollen utgörs av de risker som identifierats vid riskbedömning och som kan förorena hushållsvattnet som distribueras i vattendistributionsområdet. En trygg kvalitet på hushållsvattnet utgår från genomgripande riskbedömning och ändamålsenliga och fungerande metoder för riskhantering. Riskvärdering metodernas användbarhet uppföljs med hjälp av ett kontrollprogram som genomförs som en del av egenkontrollen. Antalet analyser för egenkontrollen påverkas av bl.a. vattenproduktionskedjan, lokala förhållanden, kvaliteten på råvattnet som används, mängden levererat hushållsvatten, verksamhetens art och omfattning, metoderna för vattenbehandling, samt vattnets dödttid i nätet. Kvalitetskontrollen av hushållsvatten har fokus på den egna egenkontrollen hos de anläggningar som levererar hushållsvatten emedan de ska oavbrutet leverera hushållsvatten som följer hushållsvattenförordningen. Myndighetstillsynen och egenkontrollen bildar en helhet med vilken man säkerställer kvaliteten på hushållsvattnet. I tillämpningsanvisningen, del II, avsnitt 13, berättas om egenkontroll.

5.1. Mikrobiologiska parametrar

Vid egenkontroll av den mikrobiologiska kvaliteten på vatten kan man tillämpa samma parametrar och metoder som används vid myndighetstillsynen. Det rekommenderas att samma metoder används vid undersökningar för till exempel koliforma bakterier så att tolkningssvårigheter undviks. Vid egenkontroll är det möjligt att också tillämpa andra än i hushållsvattenförordningen nämnda metoder för bestämning av vattenkvalitet och använda större vattenvolymer än normala 100 ml. När man tillämpar andra metoder

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

är det värt att säkerställa att de är lämpliga för undersökningar av hushållsvatten och fästa uppmärksamhet vid deras bestämningsgräns och mättolerans. Det rekommenderas att man på förhand utreder hur resultaten ska tolkas samt vidare åtgärder, om resultaten avviker från den normala nivån.

Vid egenkontrollen är det viktigt att man kan observera om till exempel vattnets kvalitet förändras, det finns störningar i vattenbehandlingen eller om vattendistributionsnätet ger risk för föroreningar. Man ska utreda orsaken till observerade förändringar och genom ytterligare undersökningar säkerställa att anordningarna för vattenbehandling är användbara och vattnets kvalitet hälsosam. I situationer då vattenkvaliteten förändras kan också sensoriska observationer vara viktiga. Förändringar i vattenkvaliteten kan observeras med kontinuerligt fungerande detektorer för vattnets fysikalisk-kemiska kvalitet (s.k. on-line sensorer). Kvalitetsparametrar att kontrollera kontinuerligt kan vara till exempel grumlighet eller absorbans, men även konduktivitet och temperatur. Det lönar sig att ta mikrobiologiska prover särskilt när man har fastställt att vattnets kvalitet har förändrats. Vattnet kan undersökas med kontinuerligt fungerande detektorer och prover tas med t.ex. automatiska provtagare.

5.1.1. Bestämning av långsamväxande heterotrofa bakterier

Det lönar det sig att införa bestämning av antal kolonier förutom i kontrollundersökningarna även i egenkontrollen. Med hjälp av antal kolonier kan man kontrollera råvattnets kvalitet, desinficeringens effektivitet och mikrobiologisk tillväxt i nätverk. För kontroll av effekten av desinficering av hushållsvatten kan man vid bestämning av koloniantal använda standardenliga odlingssubstrat och en odlingstemperatur på utöver 22 ± 2 °C även 36 ± 2 °C samt vid undersökning av större provvolymerna använda membranfiltreringsmetoder. Det heterotrofa koloniantalet borde vara klart under 10 CFU/ml i utgående vatten från vattenverk.

Vid egenkontrollen kan man för bestämning av koloniantal tillämpa effektivare metoder än standarden EN-SFS ISO 6222, till exempel odling på R2A-substrat (7 dygn, 22 ± 2 °C). R2A-substrat är särskilt lämpliga för kontroll av mängden mikrober i nätet. På ett R2A-substrat växer oftast fler kolonier än på ett standardenligt (SFS-EN ISO 6222) substrat med trypton-jästextrakt agar och detta ska beaktas vid tolkningen av resultaten. En odlings-tid på en vecka får även bättre fram långsamväxande mikrobarter (t.ex. mögel och strålsvampar).

Vid egenkontroll kan man utnyttja snabbmetoder som utvecklats för indikation på de heterotrofiska koloniantalen.

5.2. Total mängd aktivt klor, Cl₂

Den totala mängden aktivt klor består av bundet och fritt klor. Med bundet klor avses närmast i kloraminer (monokloramin, dikloramin och trikloramin) bundet klor. Fritt klor består av i klor, underklorsyrighet och hypoklorit bundet klor. På totala mängden aktivt klor används ofta också benämningen klorrest.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

För klorhalten i hushållsvatten har det generellt inte föreskrivits riktvärden, då den för desinficering av vatten nödvändiga mängden klor är beroende av kvaliteten på vattnet som desinficeras och av mikroberna som desinficeras, mängden ammonium och organiska ämnen som reagerar med klor, vattnets dödtid i vattenledningsnätet och nätverkets kondition. Effektiviteten av desinficering med klor försämras med ökat pH. Vid lågt pH ökar klorets korroderande verkan. Kloramin är bundet klor. Dess fördel i relation till fritt klor är bättre hållbarhet i nätverk och att det bildas färre organiska klorföreningar.

Desinficeringen av vattnet anses i ett normalläge vara tillräcklig när klorrester kan verifieras i alla avsnitt av vattenledningsnätet eller ingen skadlig bakterietillväxt kan observeras i nätet. Smak och lukt av klor i vattnet hos de vattenverk som använder klordesinficering anses inte vara ett kvalitetsfel. Organiska ämnen ska avlägsnas effektivt vid vattenbehandlingen så att inga stora klormängder behövs. Om det skulle finnas mycket organiska ämnen i hushållsvattnet och uppehållstiden i vattenledningsnät skulle vara lång, borde stora klordoser tillsättas. Då skulle vattnets lukt och smak försämras och det skulle bildas rikligt med organiska klorföreningar.

Generellt är koncentrationen av fritt och bundet klor i hushållsvatten under 1,0 mg/l. När man befärdar mikrobiologisk kontaminering och i epidemisituationer ska man vid behov använda större klordoser. I anvisningarna [Förfaranden för trygghet av hushållsvattnets kvalitet](#) på Valvira webbplats berättas det om verksamheten i epidemisituationer. Vid intensifierad klorering höjs vattnets klorhalt till över 5 mg/l. Då ska användarna informeras om användningsförbudet för hushållsvattnet (i drycker, vid matlagning, när man tvättar sig). Under intensifierad klorering får vattnet användas till att spola toaletter. Vid misstankar om att hushållsvatten har förorenats mikrobiologiskt kan man få experthjälp av det [vattenmikrobiologiska laboratoriet](#) vid THL:s Enhet för mikrobiologisk expertis. På sin webbplats har THL gett ut [videor](#) (på finska) om mätning och beräkning av klorhalt vid kontinuerlig dosering och vid engångsdoser samt en [kalkylator](#) (på finska) för beräkning av klorhalt. Klorkalkylatorn finns också som mobilapplikation.

5.3. Alkalitet

Alkalitet beskriver vattnets förmåga att motstå de förändringar av pH som orsakas av ökat syre. Ju högre alkalitet, desto mer syre behövs till att ändra pH-värdet med en enhet. Inom normala pH-områden vid vattenverk härrör alkaliteten mest från bikarbonater. Bikarbonat är ett kolsyresalt. Bikarbonat finns nästan alltid också i råvatten och det bildas mer av det från koldioxid vid alkalisering.

Inget maximivärde har föreskrivits för alkalitet. Ju lägre alkalitet, desto lättare förändras vattnets pH-värde. Låg alkalitet är en delfaktor som kan öka korrosionen i nätet, bl.a. genom att järn löses ur nätverkets material. Om alkaliteten är låg (under 0,5–0,6 mmol/l), är förhöjda järnhalter på grund av korrosion sannolika åtminstone tidvis i framför allt ytvattenverkens nätverk. Därigenom har alkaliteten betydelse för att kvalitetsmålen enligt hushållsvattenförordningen uppfylls. I avsnitt 6 anges ett index med vilket man kan man bedöma hur hushållsvattnets kvalitet inverkar på metallkorrosion.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Hög alkalitet i kombination med kalcium ökar bildningen av kalkfällningar i varmvattenanordningar. Olägenheten kan minskas med att sänka pH-värdet.

5.4. AOX

AOX avser den totala mängden av adsorberande organiska halogenföreningar (bl.a. klor-, brom- och jodföreningar), som kan bestå av mycket olika slags föreningar. Därför kan AOX-mängden inte användas till att beskriva sanitär kvalitet på vatten och därför finns det inget hälsobaserat maximumvärde för AOX.

AOX-kvantifieringen är en allmän indikator som beskriver olika saker för olika vatten. AOX kan tas till hjälp när man observerar mängden organiska halogenföreningar i vatten totalt sett. Om AOX-värdet avviker från det normala, är det skäl att vidta vidare åtgärder. Orsaken till förhöjd AOX-halt måste utredas så att man kan försäkra sig om att användningen av hushållsvattnet inte vållar sanitära olägenheter.

Vid ytvattenverk uppstår AOX när klor reagerar med organiska substanser (humusämnen). Dessa föreningar kallas biprodukter vid desinficering. AOX-föreningar kan också spridas till råvatten från bl.a. industrin, t.ex. vid cellulosablekning och plasttillverkning, från pesticider därför att en del av dem innehåller AOX-föreningar och via olika naturliga processer. I odesinficerat grundvatten är mängden AOX normalt under 20 µg/l.

5.5. Kalcium, Ca

Kalcium är ett för människan nödvändigt spårämne. Mängderna kalcium som är skadliga för kroppen är avsevärt större än de koncentrationer där kalcium medför tekniska eller estetiska olägenheter. Kalcium bildar vattenlösligt bikarbonat när det reagerar med koldioxid. Alltför låga eller höga kalciumhalter i hushållsvattnet kan medföra ett tillstånd av över- eller undermättning av kalciumkarbonat med följderna att hushållsvattnet reagerar med rörmaterialen, med kvalitetsfel i vattnet som påföljd. Höga kalciumhalter orsakar fällningar i varmvattenanordningar och ökar förbrukningen av tvättmedel.

Kalcium är den viktigaste faktorn som påverkar vattnets hårdhet (se total hårdhet och magnesium). Finländska vatten är typiskt mjuka och innehåller generellt bara lite kalcium, med undantag för vatten i några kalkstensområden.

Det är motiverat att kontrollera kalciumhalten i egenkontrollen när vattnet alkaliserar med kalkbaserade (kalk, kalksten) kemikalier eller när vattnet av naturen är exceptionellt hårt.

Kalcium påverkar vattnets korroderande egenskaper. Om koncentrationerna av klorid och sulfat är låga, är korrosionen ringa, när vattnets kalciumhalt är cirka 0,7 mmol/l. I avsnitt 6 anges ett index med vilket man kan bedöma hur hushållsvattnets kvalitet inverkar på metallkorrosion.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

5.6. Klorfenoler

Klorfenoler kan hamna i jordmånen och i vattendrag genom vårdslös användning och lagring av träimpregneringsmedel eller impregnerat sågvirke. Klorfenoler uppstår ur sönderfallsprodukter från pesticider som används vid jordbruk. I Finland är blekningsavloppsvatten från skogsförädlingsindustrin en betydande källa till klorfenoler. Klorfenoler bildas också vid klorering av vatten och vid avfallsförbränning. I Finland har det konstaterats klorfenoler i vattendrag generellt under 1,0 µg/l, med undantag för i vissa sågområden, där koncentrationerna har varit synnerligen höga.

Klorfenoler kan hamna i kroppen förutom via hushållsvatten även via näringsämnen och marginellt via andningsluften. 2,4,6-triklorfenol klassificeras utifrån djurförsök som ett cancerogent ämne. Pentaklorfenol har hos försöksdjur påvisats orsaka lever- och njurskador samt vara giftigt för försöksdjurens foster. Inverkan på lever- och njurfunktionerna har också observerats hos människor som exponerats i arbetsmiljön.

Tröskeln för lukt och smak av klorfenoler är 0,04–2,0 µg/l, beroende på föreningen, med undantag för pentaklorfenol, vars tröskelvärdet för lukt och smak är 1 000 µg/l respektive 100 µg/l.

Koncentrationen av klorfenol ska kontrolleras om det utifrån riskbedömningar kan ge sanitära olägenheter. För den totala koncentrationen av tri-, tetra-, och pentaklorfenol hade man på nationella grunder tidigare fastställt ett hälsobaserat kvalitetskrav. Värdet 10 µg/l kan alltjämt användas som hälsobaserat maximalt värde, även om det i den uppdaterade hushållsvattenförordningen inte längre finns något kvalitetskrav på klorfenoler.

5.7. Total hårdhet

Vattnets hårdhet orsakas huvudsakligen av löst kalcium och magnesium. Som enhet för vattnets hårdhet används ofta mmol/l. Relationen mellan den på koncentration baserade enheten för total hårdhet och den tyska hårdhetsskalan är 1 mmol/l = 5,6 °dH.

Tabell 2. Klassificering av vattnets hårdhet

Klassificering av vattnets hårdhet¹:

Hårdhet	mmol/l
Mycket mjukt	< 0,5
Mjukt	0,5–1,0
Medelhårt	1 – 2
Hårt	2–4
Mycket hårt	> 4

¹Ahonen MH, Kaunisto T, Mäkinen R, Hatakka T, Vesterbacka P, Zacheus O, Keinänen-Toivola MM. 2008. [Suomalaisen talousveden laatu](#)

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

[raakavedestä kuluttajan hanaan vuosina 1999-2007](#) (på finska). Vatteninstitutets publikationer 4.

Hårt vatten ger mer kalkfällningar i rörsystem. Kalkfällningar ökar vid högt pH, och ju högre pH för hushållsvattnets hårdhet, desto lägre ska vattnets pH helst vara. När man bedömer ett lämpligt pH-värde för hårt vatten kan man utnyttja Langeliers mättnadsindex (Langlier saturation index). Vid egenkontroll kan kontrollen för kalcium ersättas med kontroll för total hårdhet, om vattnets magnesiumhalt är känd (kalciumhalten kan beräknas på basis av uppgifterna ifråga).

Alltför låg total hårdhet för vattnet är en faktor som påverkar korrosionen i rörsystem. I avsnitt 6 anges ett index med vilket man kan man bedöma hur hushållsvattnets kvalitet inverkar på metallkorrosion.

5.8. Temperatur

Sommartid är råvattnets temperatur i finländska ytvattendrag 16–23 °C och vintertid 0–4 °C. För grundvatten varierar temperaturen under året avsevärt mindre; vintertid är den 4–7 °C och sommartid 5–8 °C. Under vintrarna stiger temperaturen i allmänhet en aning i ytvattnets behandlingsprocesser. Under somrarna kan hushållsvattnet bli uppvärmt i nätet, om vattenledningarna har installerats nära markytan.

Vattnets temperatur påverkar alla biologiska funktioner. När temperaturen stiger accelererar förökningen av mikrober och vattnets mikrobiologiska kvalitet försämras kvickare. Vattnets temperatur påverkar också intaget av det. I varmt hushållsvatten förnimmer man smakfel lättare, därför att flyktigheten av ämnen som ger smak ökar när vattnet blir varmt.

När vattnet blir varmare accelererar kemiska reaktioner och till exempel klor avgår ur vattnet snabbare. Högre temperatur ökar mängden de skadliga föreningar som uppstår vid klorering. Hög vattentemperatur ökar såväl elektrokemisk som i synnerhet mikrobiologisk korrosion i rörsystem. Redan temperaturändringar och -variationer på 10–15 °C kan inverka olägligt på vattnets korroderande egenskaper.

Vintertid kan hushållsvattnet frysa i vattenledningsnätet och medföra köldproblem i synnerhet nära inspektionsbrunnar i övre avlopp, på plogade gatu-, väg-, och gårdsområden samt i fastigheter. Oläglig uppvärmning av vattnet måste förhindras, om man använder fjärrvärmeledningar till att förhindra köldskador på vattenledningarna.

Främst i fastigheternas egna vattenanordningar sker det en avsevärd uppvärmning av hushållsvattnet. I miljöministeriets förordning om byggnaders vatten- och avloppsinstallationer fastställs att temperaturen på vatten i kallvattenanordningar får vara högst 20 °C. I samma förordning föreskrivs [för att undvika tillväxt av legionella](#) (på finska) i varmvattenanordningar ska vattnet ha en temperatur på minst 55 °C och att sådant vatten ska fås ur varmvattenarmaturer inom 20 s.

Vid utvidgad kontroll för undersökningar för myndighetstillsynen ska temperaturen mätas en minut efter att man började spola ut vattnet. Med hjälp av

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

temperaturen kan man uppskatta hur fastighetens vattenanordningar påverkar vattnets temperatur.

5.9. Magnesium, Mg

Magnesium i hushållsvatten härrör från salter i jordmånen. Även dolomitbaserade alkaliseringsmassor ökar i någon mån vattnets magnesiumhalt. I finländska vatten är magnesiumhalten i allmänhet låg.

Magnesium är ett för människan nödvändigt spårelement. Hög magnesiumhalt ger vattnet en obehaglig smak. Det gör dessutom vatten hårdare och kan ge upphov till fällningar i varmvattensystem. Oftast innehåller fällningarna dock inte betydande mängder magnesium. De direkta sanitära olägenheterna från magnesium uppträder vid avsevärt högre koncentrationer än för tekniska och estetiska olägenheter.

Magnesium ingår i vattnets totala hårdhet. Det kan vara motiverat vid egenkontrollen att periodiskt kontrollera för magnesium, om det används dolomitbaserade alkaliseringsmassor vid alkalisering.

5.10. VOC (flyktiga organiska föreningar, volatile organic compounds)

Vid kvantifiering av VOC mäter man den totala mängden av lätt flyktiga organiska föreningar. VOC-analyser tar fram komponenter i flyktiga bränslen (t.ex. bensen, xylene, toluen, MTBE), lösningsmedel och fettborttagningsmedel (t.ex. tetrakloreten, trikloreten) samt flyktiga organoklorföreningar (t.ex. trihalometaner). VOC-ämnen i vattnet kan också härröra från vattenledningsnätets material (t.ex. ur [PEX-rör](#)) VOC är till karaktären en summerad parameter och därför finns det inget hälsobaserat maximivärde för VOC.

Framför allt vid kontroller av kvaliteten på grundvatten är VOC en synnerligen lämplig parameter. Eftersom grundvatten av naturen inte innehåller VOC-föreningar (koncentrationerna är typiskt under kvantifieringsgränsen), är förhöjda koncentrationer en indikation på förorening. Kontroller för VOC borde utgå från metoder med så låga kvantifieringsgränser som möjligt. Upphovet till högre VOC-halter måste utredas och utgående från utredningen bedömer man fall för fall vilka åtgärder som är lämpliga i situationen med hänsyn till föroreningens karaktär och omfattning.

6. Bedömning av vattnets aggressivitet

Hushållsvatten får inte i skadlig utsträckning innehålla aggressiva ämnen. Många faktorer inverkar tillsammans på vattnets aggressivitet och på korrosionen i fastigheters vattenanordningar. I fråga om vattenkvaliteten är t.ex. pH, alkalitet, hårdhet och salthalt faktorer som påverkar aggressiviteten. Med avseende på fastigheters vattenanordningar är t.ex. anordningarnas material och tillverkningsmetoder, relevant dimensionering (vattnets flödes hastighet), omsorgsfull installation och ibruktagning samt sättet att förbruka vatten (att vattnet står stilla). När ett rörsystem tas i användning och efteråt under de första månaderna är det för att det ska bildas skyddande skikt särskilt viktigt att vatten inte står i långa tider i rören.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Vattenverken ska sträva efter att hitta kompromisser mellan kostnaderna för vattenbehandlingen och de faktorer som påverkar vattnets kvalitet och användbarhet. Vattnets korroderande egenskaper påverkas av enskilda parametrar för vattenkvalitet och av deras inbördes relationer. Vattnets egenskaper påverkar material på olika sätt och korrosionen av material kan påverka vattenkvaliteten. Aggressivt vatten i gjutjärnsrör kan höja hushållsvattnets järnhalt och kopparhalten i kopparrörssystem. Korrosionen av rörmaterial som innehåller kalk (t.ex. betong) kan observeras genom att vattnets pH, alkalitet och kalciumhalt ökar. Det behövs mer forskningsdata om bl.a. de faktorer som påverkar korrosion i kopparrör. I tabell 3 anges rekommendationer för minskande av hushållsvattnets aggressivitet.

Kvalitetsmålet för pH-värdet av hushållsvatten har fastställts på grund av vattnets korroderande verkan. Generellt i Finland är pH-värdet för oalkaliserat vatten en aning surt, dvs. 6–7. I detta pH-intervall kan de material såsom gjutjärn, förzinkat stål, koppar, betong och asbestcement som använts i rörsystem och VVS-anordningar korrodera. Betydande försämring av vattenkvaliteten till följd av korrosion i rörsystemen förekommer inte när vattnets korroderande egenskaper visavi vattendistributionsanordningarna är korrekta.

I tabell 3 anges också ett index med vilket man kan bedöma hur hushållsvattnets kvalitet påverkar metallkorrosion. Det bör finnas så lite som möjligt klorider och sulfiter i vattnet, de accelererar korrosion. Ju högre sulfat- och kloridhalterna är, desto högre ska alkaliteten vara för att minska korrosion.

Tabell 3. Grunder för bedömning av hushållsvatten i syfte att minska vattnets aggressivitet.

pH	över 7,5
Alkalitet, mmol/l	över 0,6
Kalcium, mg/l	över 10
Syre, mg/l	över 2
$\frac{\text{Alkalitet (mmol/l)}}{\text{Sulfat (mg/l)/48 + Klorid (mg/l)/35,5}}$	$\geq 1,5$

Ofta är det att rekommendera att vattnets pH höjs till cirka åtta. Det är skäl att justera ett optimalt pH så att utfällningen av kalk i varmvattenanordningar inte är olägligt stor. Ett lämpligt pH är ofta sådant att det fälls ut en aning kalk i hett i vatten, men inte i kallt (är närmast beroende av kalcium och alkalitet). När vattnet är hårt, ska pH-värdet vara klart under åtta.

Vid ytvattenverk är det för kvaliteten på vattenledningsvattnet att rekommendera att alkaliteten är över 0,8 mmol/l. Vid små ytvattenverk är det viktigare att höja alkaliteten än att höja kalciumhalten.

Dnr V/5904/2018

15.5.2018

Eventuella åtgärder:

- Höjning av pH-värde i vattenledningsvattnet till minst över 7,5 och helst efter ett optimalt värde utifrån kvaliteten på vattnet så att det inte fälls ut kalk i kallt vatten, men ändå i någon mån i hett vatten.
- Det ska undersökas vad det innebär för nätverkets kondition i händelse av att vattenkvaliteten inte ens efter alkaliseringar fyller de rekommenderade värdena i tabellen.
- Det är skäl att utreda orsaker och kontrollåtgärder om man upptäcker korrosion i kopparrörssystem eller stockningar i varmvattenanordningar.