

Dnr V/1532/2024

8.3.2024

Tillämpningsanvisning om bestämmelserna om hushållsvatten

Del II

Grunderna för maximivärden



Valvira

Tillstånds- och tillsynsverket
för social- och hälsovården

Innehåll

Grunderna för maximivärden.....	5
1. Mikrobiologiska kvalitetskrav på hushållsvatten.....	6
1.1. <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>).....	6
1.2. Intestinala enterokocker.....	7
2. Kemiska kvalitetskrav på hushållsvatten	8
2.1. Parametrar som huvudsakligen härrör från råvatten.....	9
2.1.1. Arsenik, As	9
2.1.2. Bensen	10
2.1.3. Bor, B	10
2.1.4. 1,2-diklorethan.....	10
2.1.5. Kvicksilver, Hg	11
2.1.6. Fluorid, F ⁻	11
2.1.7. Mikrocystin-LR.....	12
2.1.8. Nitrat, NO ₃ ⁻	12
2.1.9. PFAS	13
2.1.10. Selen, Se	13
2.1.11. Cyanider, CN ⁻	14
2.1.12. Tetrakloreten och trikloreten	14
2.1.13. Pesticider.....	15
2.1.14. Uran, U	16
2.2. Biprodukter från desinfektion	16
2.2.1. Bromat.....	16
2.2.2. Halogenerade ättiksyror	17
2.2.3. Klorat och klorit.....	17
2.2.4. Trihalometaner (THM)	18
2.3. Parametrar som huvudsakligen härrör från vattenbehandlingskemikalier och nätmaterial	19
2.3.1. Kvalitetskrav för pH-värde	19
2.3.2. Akrylamid.....	19
2.3.3. Epiklorhydrin.....	19
2.3.4. Vinylklorid	20
2.3.5. Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) inklusive bens(a)pyren.....	21
2.3.6. Bens(a)pyren	21

2.4.	Parametrar som byggnadens vatteninstallation kan inverka på i betydande utsträckning.....	21
2.4.1.	Antimon, Sb.....	21
2.4.2.	Bisfenol A	22
2.4.3.	Kadmium, Cd.....	22
2.4.4.	Krom, Cr	23
2.4.5.	Koppar, Cu	23
2.4.6.	Bly, Pb	24
2.4.7.	Nickel, Ni	25
2.4.8.	Nitrit, NO ₂ ⁻	25
3.	Kvalitetskrav som gäller radioaktiviteten i hushållsvatten	26
3.1.	Radon, Rn-222	26
3.2.	Tritium, H-3.....	27
3.3.	Indikativ dos.....	28
3.3.1.	Radium, bly och polonium, Ra-226, Ra-228, Pb-210 och Po-210	29
4.	Kvalitetsmål för hushållsvatten	30
4.1.	Mikrobiologiska parametrar som ska undersökas på grundval av riskbedömning.....	30
4.1.1.	<i>Clostridium perfringens</i> (<i>C. perfringens</i>).....	30
4.2.	Parametrar som inverkar på vattnets aggressivitet.....	31
4.2.1.	Kvalitetsmål för pH-värde	31
4.2.2.	Klorid, Cl ⁻	31
4.2.3.	Sulfat, SO ₄ ²⁻	32
4.2.4.	Konduktivitet.....	32
4.3.	Andra parametrar som vattenberedningen kan inverka på i betydande utsträckning.....	33
4.3.1.	Aluminium, Al.....	33
4.3.2.	Ammonium, NH ₄ ⁺	33
4.3.3.	Natrium, Na	34
4.4.	Parametrar som byggnadens vatteninstallation kan inverka på i betydande utsträckning.....	34
4.4.1.	Koliforma bakterier	34
4.4.2.	Antal kolonier (koloniantal i 22 °C).....	35
4.4.3.	Total mängd organiskt kol (TOC).....	36
4.4.4.	Lukt och smak	37
4.4.5.	Färg	37

4.4.6. Turbiditet.....	37
4.4.7. Temperatur.....	38
4.4.8. Oxiderbarhet (COD _{Mn}).....	39
4.4.9. Mangan, Mn.....	40
4.4.10. Järn, Fe.....	42
5. Parametrar som ska undersökas för informationen till vattenanvändarna.....	42
5.1. Kalium, K.....	42
5.2. Kalcium, Ca.....	43
5.3. Magnesium, Mg.....	43
5.4. Hårdhet.....	44
6. Parametrar som gäller riskbedömningen av byggnadens vatteninstallationer.....	45
6.1. Legionella.....	45
6.2. Bly.....	46
6.3. Temperaturen på varmt bruksvatten.....	47
7. Egenkontroll.....	47
7.1. Parametrar som särskilt ska övervakas vid egenkontroll.....	48
7.1.1. Somatiska kolifager.....	48
7.1.2. 17-beta-östradiol (CAS 50-28-2).....	50
7.1.3. Nonylfenol (CAS 84852-15-3).....	50
7.2. Parametrar som kan tillämpas vid egenkontroll.....	51
7.2.1. Adsorberande organiska halogenföreningar (AOX).....	51
7.2.2. Total mängd aktivt klor, Cl ₂	52
7.2.3. Alkalitet.....	53
7.2.4. Flyktiga organiska föreningar (VOC).....	53
7.2.5. Bestämning av långsamväxande heterotrofa bakterier....	54
7.2.6. Klorfenoler.....	54
7.2.7. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , (<i>P. aeruginosa</i>).....	55
7.2.8. Spårning av föroreningskällor och analys av sjukdomsalstrare.....	56
8. Bedömning av vattnets aggressivitet.....	56
8.1. Korrosion av koppar.....	58

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 (EU 2020/2184) om kvaliteten på dricksvatten, dvs. dricksvattendirektivet, och Rådets direktiv 2013/51/EURATOM nationellt. I direktiven fastställs maximivärden för olika parametrar. Maximivärdena för kvalitetskraven och -rekommendationerna anges i bilaga I till hushållsvattenförordningen.

1. Mikrobiologiska kvalitetskrav på hushållsvatten

1.1. *Escherichia coli* (*E. coli*)

E. coli ingår i gruppen av värmetåliga 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.

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).

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

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 enterohemorragisk *E. coli* (EHEC O157:H7) har rapporterats i olika länder.

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

1.2. Intestinala enterokocker

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.

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 klorering (> 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 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.

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

2. Kemiska kvalitetskrav på hushållsvatten

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.

Tabell 1. Omvandlingstabell

Enhet	Variant
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 /t	= 1000 l/h
1 l/t	= 16,7 ml/min
1 %	= 10 000 ppm (miljoonasosa)
ppm (av massan)	= 1 mg/kg

2.1. Parametrar som huvudsakligen härrör från råvatten

2.1.1. Arsenik, As

I Finland ligger arsenikhalten i hushållsvatten generellt klart under 1 µg/l. Man har visserligen i borrhunnsvatten i vissa geologiska områden fastställt arsenik-koncentrationer 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 i 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.

2.1.2. 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 kemikalieläckage samt i viss utsträckning även som luftnedfall.

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

2.1.3. 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 1,5 mg/l.

2.1.4. 1,2-diklorethan

1,2-diklorethan används inom den kemiska industrin som råvara vid framställning av bl.a. vinylklorid samt tack vare dess upplösande egenskaper som rengöringsmedel. 1,2-diklorethan 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-diklorethan möjligen är cancerogent för människor (IARC 2B). För 1,2-diklorethan har fastställts ett maximivärde på 3,0 µg/l. Det motsvarar risknivån 10^{-6} (ett extra cancerfall per en miljon användare under livslång exponering).

2.1.5. 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 oxidations/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.

Den genomsnittliga kvicksilverhalten i hushållsvatten och grundvatten i Finland är en hundradel av den högsta tillåtna halten enligt lagen om hushållsvatten. Provet tas från användarens kran så att koncentrationen motsvarar veckans genomsnitt.

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

2.1.6. 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 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. Fluorid kommer också från livsmedel och tandvårdsprodukter, i genomsnitt 0,5-1,2 mg per dag. Vuxna kan utan risk få i sig 7 mg fluor per dag och barn i åldern 1-3 år 1,5 mg.

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 fastighets-specifika 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.

2.1.7. Mikrocystin-LR

Mikrocystin är ett appellativ för levergift som produceras av blågrönalger, dvs. cyanobakterier, och som påträffas i sjöar. Massförekomster av blågrönalger i Östersjön orsakas av blågrönalg som producerar det mikrocystinliknande levergiftet nodularin. Till sin struktur är gifterna peptider med en ring. Mikrocystin-LR är ett av de mest toxiska mikrocystinerna. Det är det enda mikrocystinet om vars toxicitet det finns tillräckligt med information för att fastställa ett maximivärde. Levern är det primära målet för toxiciteten.

Den maximala halten för mikrocystin-LR i dricksvatten är 1,0 µg/l. Denna halt bör testas när det finns en massförekomst av blågrönalger i råvattnet eller när en massförekomst av blågrönalger håller på att utvecklas i råvattentäkten. En massförekomst är ett stort antal blågrönalger som är synliga för ögat. Ibland kan en massförekomst finnas i vattenskiktet, i vilket fall massförekomsten kanske inte kan upptäckas vid ytan.

2.1.8. 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 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). Nitrathalt som angetts som kväve kan konverteras till nitrathalt med koefficienten 4,427.

2.1.9. PFAS

PFAS, eller poly- och perfluorerade alkylföreningar, är föreningar som innehåller - CF_2 eller - CF_3 enligt definitionen i OECD 2021 (polyfluorerade) eller där alla väteatomer som är bundna till kolkedjan har ersatts med fluor (perfluorerade). PFAS används i många konsumentprodukter, produktionsutrustning och tillverkningsprocesser eftersom de minskar friktionen, stöter bort vatten, smuts och fett samt motstår värme och aggressiva kemikalier.

PFAS-föreningar kan hamna ut i miljön och vattnet när produkter som innehåller dem tillverkas, lagras, används eller kasseras. Vissa PFAS bryts knappt ned i miljön eller kroppen medan andra bryts ned till långlivade slutprodukter. I undersökningar har man upptäckt förhöjda halter av PFAS-föreningar i grund- och ytvattnen vid flygplatser och släckövningsområden. Dessutom har de hittats i avloppsslam och avstjälningsplatsers lakvatten.

PFAS-föreningar kan utgöra en risk för människans hälsa och utveckling. Exponeringen för dessa har bl.a. bedömts stå i samband med ett försvagat immunförsvar.

I hushållsvatten får den summerade koncentrationen av de mest typiska PFAS-substanserna (20 st. perfluorföreningar) inte överskrida 0,10 $\mu\text{g/l}$. I hushållsvattenförordningen förutsätts också att den totala koncentrationen av alla PFAS-substanser inte får överskrida 0,50 $\mu\text{g/l}$. Det stora antalet PFAS-föreningar gör det svårt att utveckla en lämplig analysmetod för att bestämma deras kombinerade koncentration.

2.1.10. Selen, Se

Selen är exceptionellt sällsynt i finska jordar. Selen anses vara ett viktigt spårämne för människan. Både brist på selen och ett överskott av selen är

skadligt för hälsan. Vid höga dagliga doser, över 1 mg, är selen ett levertoxin och påverkar hår (håravfall) och naglar.

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

2.1.11. 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 akut giftigt ämne i höga 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.

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

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

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

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

2.1.13. 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](#), 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 0,50 µg/l. Maximivärdet av en enskild pesticid är 0,10 µg/l med undantag för aldrin, dieldrin, heptaklor och heptaklorepoxyd, 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.

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.

2.1.14. Uran, U

Naturligt uran är ett ordinärt grundämne i berggrunden och det finns särskilt i granit. Uranhalten i berggrunden varierar emellertid områdesvis och i grundvattennet kan koncentrationerna vara synnerligen olika ([Radon- och uranatlas över borrhunnar](#), STUK, på finska). Grundvatten i den finska jordmånen är typiskt mjukt, innehåller rikligt av koldioxid och är ofta även surt. Berggrundsvatten är typiskt basisk, bikarbonat innehållande vatten. Egenskaperna i de båda grundvattentyperna främjar urans löslighet i vatten. Grundvattnets bikarbonater är förmodligen den främsta faktorn som främjar löslighet av uran. Uran förekommer särskilt i vatten i borrhunnar. Det kan avlägsnas från vatten med en anjonbytare/harts.

Naturligt uran består av isotoper ^{238}U (99 %), ^{235}U (0.7 %) och ^{234}U (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. Den kemiska uranhalten 0,10 mSv/år motsvarar en halt på cirka 100 µg/l.

2.2. Biprodukter från desinfektion

2.2.1. 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 $2,0 \mu\text{g/l}$. 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 $10 \mu\text{g/l}$.

2.2.2. Halogenerade ättiksyror

Haloättiksyror är en biprodukt vid desinfektion när vatten som innehåller humus eller annat organiskt material desinficeras med klorföreningar. Det effektivaste sättet att minska bildandet av haloättiksyror är att minska mängden organiskt material i råvattnet genom att förbehandla vattnet före desinfektion.

Vissa haloättiksyror misstänks vara karcinogena för människan, dvs. de kan orsaka cancer.

Halogenerade ättiksyror och trihalometan ger tillsammans en god helhetsbild av hälsoriskerna i anslutning till desinficeringens biprodukter. Deras halter ska vara så låga som möjligt i hushållsvatten. Desinficering behövs dock för att säkerställa att vattnets mikrobiologiska kvalitet inte äventyras.

Maximivärdet på summan för de fem halogenerade ättiksyror som följs upp i hushållsvattnet är $60 \mu\text{g/l}$.

2.2.3. Klorat och klorit

Klorat och klorit är desinficeringsbiprodukter som uppstår när vatten behandlas med klordioxid för att desinficera vattnet eller för att avlägsna vattnets lukt och smak. Klordioxid bryts snabbt ned i klorit-, klorat- och kloridjoner i behandlat vatten. I Finland används klordioxid i behandlingen av hushållsvatten i låg utsträckning. Klorat och klorit kan också uppstå i natriumhypokloritlösningen som används vid desinficeringen, om den förvaras länge och i hög temperatur.

Klorat kan förhindra sköldkörtelns jodintag, vilket till exempel kan leda till struma. Tillräckligt intag av jod minskar sannolikheten för olägenheter. I Finland säkerställer joderingen av salt ett tillräckligt jodintag.

Maximivärdet för klorat och klorit i hushållsvatten är 0,25 mg/l. För båda tillämpas dock värdet 0,70 mg/l om en desinficeringsmetod som ger upphov till klorit används vid desinficeringen av hushållsvatten.

2.2.4. 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 klordioxid 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 klorerar dricksvatten.

Maximivärdet av summan av trihalometaner är 100 µg/l.

2.3. Parametrar som huvudsakligen härrör från vattenbehandlingskemikalier och nätmaterial

2.3.1. Kvalitetskrav för pH-värde

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.

2.3.2. 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 det hamnar i miljön är det mottagligt för biologisk nedbrytning och är därför inte bioackumulerbart.

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

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.

2.3.3. Epiklorhydrin

Epiklorhydrin används bl.a. som råvara vid framställning av epoxiharts, elastomerer och glycerin. Ur vattendistributionssystem kan epiklorhydrin

överförs 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 luftvägarna. 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.

2.3.4. 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 luftvägarna.

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 kännedom 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).

2.3.5. 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.

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)perylene och inden(1,2,3-cd)pyren. I hushållsvatten ska totala halten av dessa vara under 0,10 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 cancerrisknivån 10^{-5} , dvs. ett extra cancerfall per hundra tusen användare under livslång exponering.

2.3.6. Bens(a)pyren

Bens(a)pyren har behandlats [i stycke 2.3.5](#) i samband med polycykliska aromatiska kolväten.

2.4. Parametrar som byggnadens vatteninstallation kan inverka på i betydande utsträckning

2.4.1. 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 10 µg/l fastställts för antimon. Sanitärt oläglig exponering genom hushållsvatten är osannolik.

2.4.2. Bisfenol A

Bisfenol A används som byggmaterial för polykarbonat- och epoxihartsplast och finns i flera konsumtionsprodukter av plast. Dessutom används epoxihartsplast som innehåller bisfenol A som bl.a. beläggning av vattenledningar, varvid det kan frigöras i bruksvattnet.

Man utsätts för bisfenol A i huvudsak genom näringen, men i viss mån även genom huden och genom att andas in eller svälja damm. Bisfenol A är dock inte en betydande risk för hälsan, eftersom exponeringen är liten tack vare olika begränsningar. Föreningen bryts snabbt ned i miljön och ackumuleras inte i jordmånen eller organismer.

Bisfenol A har klassificerats som skadligt för människans förökning och som ett ämne som stör hormonfunktionen.

Det hälsobaserade maximivärdet av bisfenol A i hushållsvatten är 2,5 µg/l.

2.4.3. Kadmium, Cd

I vattendrag i naturtillstånd är kadmiumkoncentrationen generellt under 1 µg/l. I Finland är den genomsnittliga kadmiumkoncentrationen i ledningsvattnet under 0,05 µg/l. 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.

2.4.4. 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 byggnader eller ur vissa vattenbehandlingskemikalier.

Trevärdigt krom är nödvändigt för människan. Sexvärdigt krom är däremot cancerogent och mutagent. Det har klassificerats som cancerogent för människor vid inandning (IARC Group 1). Vid kemisk desinfektion av vatten (klor, kloramin, klordioxid, ozon) oxideras allt trevärt krom i råvattnet till sexvärdigt krom. UV-desinfektion oxiderar inte trevärt 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 25 µg/l.

2.4.5. 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 byggnadernas vattendistributionsanordningar och -armaturer. 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 byggnadens 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.

2.4.6. 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 %.

Blyhalterna i ytvatten som används som råvatten i vattenverk har i allmänhet visat sig vara under 0,5 µg/l och i grundvatten under 0,5-4 µg/l. Bly kan hamna i råvatten till följd av industriella föroreningar. 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.

Bly kan upplösas i hushållsvatten ur material i distributionsanordningar och byggnaders vatteninstallationer, om det har använts blyinnehållande metallegeringar i produkter. Vid riskbedömning av byggnaders vatteninstallationer är åtgärdsgränsen 10 µg/l.

Vid myndighetstillsyn undersöks blyhalt i byggnadens 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 5 µg/l.

2.4.7. Nickel, Ni

Generellt finns det föga nickel i råvatten. I områden med nickelhaltiga mineraler i markgrunden kan det dock i grund- och borrhunnsvatten 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 byggnader.

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 byggnadens 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.

2.4.8. Nitrit, NO₂⁻

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 reducering 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 0,50 mg/l (NO₂-N 0,15 mg/l). Maximivärdet av nitrithalten i utgående hushållsvatten från vattenverk är 0,10 mg/l (NO₂-N 0,03 mg/l). Nitrithalt som angivits som kväve kan konverteras till nitrithalt med koefficienten 3,285.

3. Kvalitetskrav som gäller radioaktiviteten i hushållsvatten

STUK fungerar som sakkunniginstans vid tillsyn av radioaktivitet och ger vid behov råd till den kommunala tillsynsmyndigheten (859/2018, 15 §).

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).

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.

3.1. 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.

På basen av mätningresultat är [finskt hushållsvatten av god kvalitet](#) vad gäller radioaktivitet, [hushållsvattnets radioaktivitet](#) avviker sällan från kvalitetskraven. I hushållsvatten är det radon som mest orsakar strålningsexponering. 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 uteslutande 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.

I de fall där hushållsvattnets radonhalt är större än kvalitetsmålet (under 300 Bq/l), men mindre än kvalitetskravets maximivärde (1000 Bq/l), bör den kommunala hälsoskyddsmyndigheten på basen av riskbedömning överväga nödvändigheten av korrigerande åtgärder för att utreda om situationen orsakar sanitär olägenhet.

I hushållsvattenförordningen är maximivärdet för kvalitetskravet för radon 1000 becquerel per liter (Bq/l). Korrigerande åtgärder är på grund av strålsäkerheten nödvändiga alltid utan tilläggsbedömningar om aktivitetskoncentrationen är större än kvalitetskravet oavsett hur vattnet används. Korrigerande åtgärder för att minska på radonhalten kan t.ex. vara luftning av vattnet eller filtrering med aktivt kol.

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).

3.2. 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 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.

3.3. 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 mSv/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.

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 alfaspektrum 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.

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.

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.

3.3.1. 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 angetts ovan, om vattnet innehåller andra radioaktiva ämnen.

4. Kvalitetsmål för hushållsvatten

4.1. Mikrobiologiska parametrar som ska undersökas på grundval av riskbedömning

4.1.1. *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*)

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. Sporerna kan bestå i vatten och jordmån avsevärt längre än en del egentliga sjukdomsalstrare.

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.

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 klorening (> 5 mg/l klor). Effektivisering av processerna för vattenbehandlingen bör övervägas om man upptäcker *C. perfringens* i hushållsvattnet.

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

4.2. Parametrar som inverkar på vattnets aggressivitet

4.2.1. Kvalitetsmål för pH-värde

Generellt i Finland är pH-värdet för grund- och ytvatten i naturtillstånd en aning surt (pH 6–7). Det är orsaken till att material som används i vattendistributions-system, t.ex. gjutjärn, galvaniserat stål, koppar, betong och asbestcement, oftast korroderar om vattnet inte är alkaliserat. Metaller kan lakas ur rören vid pH-värden på cirka 7 eller lägre. Det sker ingen försämring av vattenkvaliteten på grund av korrosion i material när vattnets pH är lämpligt för vattendistributions-anordningarna, 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-värde på 7,0–8,8.

4.2.2. 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 vattnet smak. Klorid

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

Kvalitetsmålet för klorid i hushållsvatten är under 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.

4.2.3. Sulfat, SO_4^{2-}

Förutom i kustområden har finska vatten i allmänhet låga sulfatnivåer. Aluminium- och järnsulfat som används vid behandling av ytvatten höjer ofta vattnets sulfathalt med 20-50 mg/l. Aluminiumsulfat innehåller ca 50 % sulfat och järnsulfat ca 30 %.

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 under 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. En sulfathalt på mindre än 100 mg/l rekommenderas som en [god praxis för att förhindra korrosion av kopparvattenrör i fastigheter](#) (på finska).

4.2.4. 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 under 2 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (250 mS/m). För att undvika korrosionsproblem bör man försöka minska konduktiviteten så mycket som möjligt.

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

4.3. Andra parametrar som vattenberedningen kan inverka på i betydande utsträckning

4.3.1. Aluminium, Al

Aluminium förekommer i yt- och grundvatten i oftast relativt små mängder, under 0,1 mg/l. Undantagna är vatten från s.k. alunlermarker, 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 följden 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.

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

4.3.2. Ammonium, NH_4^+

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 grundvattenområden. Vid desinfektion med kloramin tillsätts ammonium i vattnet för att binda klorret. Det vatten som distribueras av vattenbolaget innehåller väldigt lite ammonium.

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 under 0,5 mg/l (0,4 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$). Ammoniumhalt som angetts som kväve kan konverteras till ammoniumhalt med koefficienten 1,288.

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

4.4. Parametrar som byggnadens vatteninstallation kan inverka på i betydande utsträckning

4.4.1. 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 annanstans 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. Förekomst 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. Om man påvisar koliforma bakterier i hushållsvatten, kan orsaken till 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. Verksamhetsidkaren ska överväga att effektivisera vattenbehandlingen, om det upprepat förekommer koliforma bakterier i hushållsvattnet.

I hushållsvattenförordning har man lagt ett kvalitetsmål för koliforma bakterier 0 cfu/100 ml (cfu= koloni bildande enhet). Avvikelse från kvalitetsmålet förutsätter alltid vidare undersökningar av vattnets mikrobiologiska kvalitet och utredning av hushållsvattnets möjliga förorening.

4.4.2. Antal kolonier (koloniantal i 22 °C)

Vid kvantifiering av antal kolonier (heterotroft koloniantal) beräknar man antalet levande aeroba och heterotrofa bakterier samt jäst 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 av 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.

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.

4.4.3. Total mängd organiskt kol (TOC)

Total mängd organiskt kol (TOC, Total Organic Carbon) uttrycks som kolhalt av mängden organiska ämnen i vattnet. Till skillnad från mängden KMnO_4 är TOC-halten inte 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. Om organiska substanser i vattnet ger indirekta olägenheter ska TOC-halten minskas.

TOC ingår i kvalitetsmålen och dess koncentration ska kontrolleras, om mängden levererat hushållsvattnet överskrider 10 000 m³/dygn. Kvantifieringen av TOC kan användas som en alternativ metod i stället för mängden KMnO_4 .

För TOC-halten har det angetts ett kvalitetsmål och enligt den får det inte finnas ovanliga ändringar i hushållsvattnets TOC-halt.

4.4.4. 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 och av dem ska det inte upptäckas ovanliga ändringar. Vad lukt och smak beträffar, kan hushållsvatten anses vara adekvat för användningssyftet om användarna accepterar det. 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. Hushållsvatten kan uppta lukt och smak när det står och blir varmt i byggnadens 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.

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.

4.4.5. Färg

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

Hushållsvattnets färg ska vara acceptabel för användarna och det ska inte upptäckas ovanliga ändringar i det. Om färgen är onormal ska orsaken till förändringen utredas liksom även om detta ger sanitära olägenheter.

4.4.6. 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 ska vara acceptabel för användarna och det ska inte upptäckas ovanliga ändringar i det. 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).

4.4.7. 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. Vintertid stiger temperaturen lite i vattenbehandlingsprocesserna för de vattenverken som använder ytvatten som råvatten. 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 förnimmar 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 elektrolytisk 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 byggnaderna. Oläglig uppvärmning av vattnet måste förhindras, om man använder fjärrvärmeledningar till att förhindra köldskador på vattenledningarna.

Främst i byggnadernas egna vattenanordningar sker det en avsevärd uppvärmning av hushållsvattnet. I miljöministeriets förordning om byggnaders vatten- och avloppsinstallationer ([1047/2017](#)) fastställs att temperaturen på vatten i kallvattenanordningar får vara högst 20 °C. I samma förordning föreskrivs för [att undvika tillväxt av legionella i varmvattenanordningar](#) ska vattnet ha en temperatur på minst 55 °C och att sådant vatten ska fås ur varmvattenarmaturer inom 20 s.

I myndighetstillsynen mäts temperaturen av (kall) hushållsvatten en minut efter att man började spola ut vattnet och kvalitetsmål är under 20 °C. Med hjälp av temperaturen kan man uppskatta hur byggnadens vattenanordningar påverkar vattnets temperatur.

4.4.8. Oxiderbarhet (COD_{Mn})

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), 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 KMnO₄) med 3,95. Oxiderbarhet är således ett annat sätt ange resultatet av åtgången av kaliumpermanganat (mängd KMnO₄), 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 KMnO₄ i det ytvatten som i Finland används för vattenförsörjning är i allmänhet 20–50 mg/l (COD_{Mn} ~ 5–13 mg O₂/l) och detta härrör huvudsakligen från naturlig humus. I oförorenade grundvatten är mängden KMnO₄ i allmänhet 1–5 mg/l (COD_{Mn} under 1,3 mg O₂/l), såvida det i jorden inte finns humus som upplöses och på så sätt ökar mängden KMnO₄.

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 KMnO₄ 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 under 5,0 mg/l.

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 mg/l (COD_{Mn} <2 mg/l). Vid kontrollanalyser kan kvantifiering av mängden kaliumpermanganat ersättas med kvantifiering av totalt organiskt kol (TOC).

4.4.9. 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 minskning av mangan svårare än av järn.

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). På grund av informationsbrist, gällande speciellt de känsligaste folkgrupperna (småbarn), används det i hälsoriskvärdering exceptionellt hög säkerhetsfaktor och intag av mangan borde vara under 25 $\mu\text{g/kg/dygn}$ och dricksvattnets mangankoncentration under 80 $\mu\text{g/l}$. 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 $\mu\text{g/l}$) 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 under 50 µg/l. När man följer kvalitetsmålet noggrant skyddar den även mot sanitära olägenheter (tabell 2).

Tabell 2. Påverkan av mangan och rekommendationer för avlägsnande av mangan ur hushållsvatten.

Koncentration (µg/l)	Påverkan och rekommenderad åtgärd
20	Kan orsaka fällningar i vattendistributionsanordningar.
50	Orsakar fällningar och smak i vattnet, 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>
80	Världshälsoorganisationens (WHO) hälsobaserade maximivärde <i>Rekommendation: vattnets används inte utan avlägsning av mangan</i>
100	Orsakar fällningar och smak i vattnet, 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>

4.4.10. Järn, Fe

Järn förekommer allmänt i grundvatten, och i ytvattendrag som bundet i humus. Det kan också upplösas i hushållsvattnet ur produkter i distributionsnät och -anordningar (gjutjärn, galvaniserat stål). Under vissa förhållanden kan det i vattenanordningar uppstå en mikroflora 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.

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. 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.

Järn orsakar inte sanitära olägenheter vid koncentrationer då intag av vattnet är möjligt vad gäller utseendet och smak. I mycket höga doser på flera tiotals milligram kan järn irritera matsmältningssystemet. 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.

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

5. Parametrar som ska undersökas för informationen till vattenanvändarna

5.1. Kalium, K

Kalium är ett nödvändigt grundämne för människan. Det förekommer i stor utsträckning i miljön, såsom i mineraler och naturvatten. Det primära källan för kalium är näringen. Små mängder kalium kan hamna i hushållsvattnet om kaliumpermanganat används i vattenrengöringsprocessen eller kaliumklorid för hushållsvattnets avhärdning.

Kalium förekommer knappt någonsin i så stora halter i hushållsvatten att det kunde orsaka en olägenhet för hälsan. Stora halter kan dock vara skadliga för människor med nedsatt njurfunktion eller andra underliggande sjukdomar, såsom hjärtsjukdom, högt blodtryck och diabetes, eller med medicinering som försvagar den normala kaliumbalansen.

Anläggning som levererar hushållsvatten ska informera halten av kalium för vattenanvändarna. För kaliumhalt har man inte utsatt ett maximivärde.

5.2. 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 följden att hushållsvattnet reagerar med rörmaterialet, 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 alkaliseras 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 eller 28 mg/l.

Anläggning som levererar hushållsvatten ska informera halten av kalcium för vattenanvändarna. För kalciumhalt har man inte utsatt ett maximivärde.

5.3. 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.

Anläggning som levererar hushållsvatten ska informera halten av magnesium för vattenanvändarna. För magnesiumhalt har man inte utsatt ett maxivärde.

5.4. Hårdhet

Vattnets hårdhet orsakas huvudsakligen av löst kalcium och magnesium (tabell 3). 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 3. 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 raakavedestä kulluttajan 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 ersätts 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.

Anläggning som levererar hushållsvatten ska informera vattens hårdhet för vattenanvändarna. För vattens hårdhet har man inte utsatt ett maximivärde.

6. Parametrar som gäller riskbedömningen av byggnadens vatteninstallationer

6.1. Legionella

Legionellabakterier lever i små mängder i naturvatten och jordmånen. Legionellabakterier kan föröka sig i byggnaders vatteninstallationer i synnerhet när vattnets temperatur är 20–45 °C. Legionella tål temperaturer på till och med över 50 °C.

Legionellainfektioner kallas legionellos. Den vanligaste och mest kända formen av legionellos är allvarlig lunginflammation som kallas legionärssjuka. Pontiacfeber är en mer sällsynt feberaktig förkylning med lindrigare symtom som går om av sig själv. Legionellamängden måste fastställas om människor har insjuknat eller förhållandena enligt [riskbedömningen av byggnadens vatteninstallationer](#) är gynnsamma för legionellatillväxt.

Smittkällan för legionellos är vanligtvis byggnadens vatteninstallationer där legionella har förökat sig. Smittvägen är transport av legionellainnehållande aerosol i andningsorganen via luftväg, vanligtvis till exempel i duschen.

Det är viktigt att förhindra att legionella förökar sig i byggnadens vatteninstallationer. Legionella kan förekomma antingen i vatteninstallationer för varmt bruksvatten eller kallt hushållsvatten, eller i både och. För att bekämpa legionella måste bruksvattnet vara tillräckligt varmt, minst 55 °C, i hela vatteninstallationen. Kallt vatten måste däremot hållas tillräckligt kallt, under 20 °C.

Åtgärdsgränsen för legionellamängden i hushållsvattnet och i det varma bruksvattnet i byggnaders vatteninstallationer är 1000 cfu/l (cfu = kolonibildande enhet). Åtgärdsgränsen gäller alla legionellaarter som hör till Legionella-släktet.

Legionellaproverna från byggnaders vatteninstallationer ska tas från ett vattenuttag som är representativt för ställen med risk för legionellabakterietillväxt eller för ställen där vattenanvändarna sannolikt exponeras, eller från båda.

Bekämpningsåtgärder måste vidtas senast när ett vattenprov som tagits från en byggnads vatteninstallationer har en legionellamängd på 1000 cfu/l eller högre. Bekämpningsåtgärderna bedöms från fall till fall. De vanligaste är att höja temperaturen på varmt bruksvatten, låta vattnet rinna från vattenuttagen, kontrollera vattenarmaturens skick och vid behov byta ut den, öka vattnets omsättning och ibland till och med desinfektera vatteninstallationerna.

6.2. Bly

Bly förekommer i mycket liten mån eller inte alls i råvattnet i de anläggningar som levererar hushållsvatten. I en del vatteninstallationer eller vattendistributionsanordningar i byggnader kan bly upplösas i vattnet. I Finland har bly använts i liten utsträckning som rörmaterial och situationen avviker klart från situationen i vissa andra industriländer. Bly kan upplösas i hushållsvattnet från delar i vattendistributionssystemet, om metallegeringar som innehåller bly har använts i dem.

Mässingslegeringar som använts i tätningar och andra delar i byggnaders vatteninstallationer innehåller en liten mängd bly. Blyandelen i legeringarna är vanligtvis 2–3 procent. Dessutom kan det hända att man i tiden har byggt korta avsnitt av vattenledningar i byggnader av bly, till exempel tätningsblock i ventiler.

I myndighetstillsynen över hushållsvattenkvaliteten har avvikelserna i kvalitetskraven för bly varit sällsynta och rört endast enstaka prov. Om man misstänker att det finns delar i en byggnads vatteninstallation därifrån bly kan lösas upp, är det klokt att ta prov på ospolat kallt hushållsvatten från olika vattenuttag i byggnaden i enlighet med laboratorieinstruktioner och låta göra en analys av blyhalten.

Åtgärdsgränsen vid riskbedömningen av byggnaders vatteninstallationer, det vill säga den halt som innebär att det är skäl att vidta korrigerande åtgärder, är 10 µg/l. Målvärdet för blyhalten i vatten från byggnaders vatteninstallationer är dock detsamma som kvalitetskravet på hushållsvatten, det vill säga 5 µg/l, vilket man ska sträva efter att uppnå i byggnadens vattenuttag med metoder som kan anses vara rimliga.

6.3. Temperaturen på varmt bruksvatten

Med varmt bruksvatten avses vatten som värms upp i byggnadens vatteninstallationer. I vatteninstallationer som byggts efter 2017 ska det varma bruksvattnet vara minst 55 °C överallt i vattensystemet. Detta innebär att vatten som lämnar värmeöverföraren eller -växlaren måste vara betydligt varmare, till och med 65 °C vid behov.

I byggnader som byggts före 2007 följs i allmänhet rekommendationen om en minimitemperatur på 50 °C. Denna temperaturnivå är inte alltid tillräckligt hög för att förhindra legionellatillväxt och legionellos. För att bekämpa legionella bör temperaturen på varmt bruksvatten hållas vid ungefär 55–60 grader oberoende av installationens ålder. I de mest problematiska vatteninstallationerna kan det vara nödvändigt att höja temperaturen på varmt bruksvatten upp till 65 °C.

Åtgärdsgränsen är under 50 °C. Målet för temperaturen på varmt bruksvatten är att det ska vara minst 55 °C.

7. Egenkontroll

Genom egenkontrollen säkerställer man vattenkvaliteten i hela vattenproduktionskedjan, att vattenbehandlingen är relevant och att vattnet håller hög kvalitet så att störningssituationer och förorening av hushållsvattnet förebyggs. Grunden för egenkontrollen utgörs av de risker som identifierats vid riskbedömningen och som kan orsaka förorening av hushållsvattnet som distribueras i vattendistributionsområdet. En trygg kvalitet på hushållsvattnet utgår från genomgripande riskbedömning och ändamålsenliga och fungerande riskhanteringsmetoder. Riskvärderingmetodernas funktion följs upp med hjälp av ett kontrollprogram som genomförs som en del av egenkontrollen. Antalet analyser i egenkontrollen påverkas av bl.a. vattenproduktionskedjan, lokala förhållanden, kvaliteten på det råvatten som används, mängden levererat hushållsvatten, verksamhetens art och omfattning, vattenbehandlingsmetoderna samt vattnets död-tid i nätet. Fokus i kvalitetskontrollen av hushållsvatten är egenkontrollen i de anläggningar som levererar hushållsvatten, eftersom de oavbrutet ska leverera hushållsvatten i enlighet med hushållsvattenförordningen. Myndighetstillsynen och egenkontrollen bildar en helhet med vilken man säkerställer hushållsvatt-nets kvalitet.

Vid egenkontroll av den mikrobiologiska vattenkvaliteten kan man tillämpa samma parametrar och metoder som vid myndighetstillsynen. För att undvika tolkningssvårigheter rekommenderas att samma metoder används vid

undersökningar av till exempel koliforma bakterier. Vid egenkontrollen är det möjligt att tillämpa också andra än de metoder som nämns i hushållsvattenförordningen för bestämning av vattenkvaliteten och att använda större vattenvolymer än normala 100 ml. När man tillämpar andra metoder är det bra att säkerställa att de är lämpliga för undersökningar av hushållsvatten och att beakta deras kvantifieringsgräns och mättolerans. Det rekommenderas att man på förhand tar reda på hur resultaten ska tolkas och vilka de vidare åtgärderna är, om resultaten avviker från det normala.

Vid egenkontrollen är det viktigt att man kan observera om till exempel vattnets kvalitet förändras, om det finns störningar i vattenbehandlingen eller om vattendistributionsnätet orsakar risk för föroreningar. Man ska utreda orsaken till observerade förändringar och genom ytterligare undersökningar säkerställa att anordningarna för vattenbehandling fungerar och att vattenkvaliteten är 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. online-sensorer). Kvalitetsparametrar att kontrollera kontinuerligt kan vara till exempel grumlighet eller absorbans, men även konduktivitet och temperatur. Det är klokt att ta mikrobiologiska prover intensifierat, att öka mängden mikrobarter och att öka den vattenvolym som undersöks i synnerhet om man har konstaterat att vattenkvaliteten har förändrats eller om det förekommer störningar i vattenproduktionen eller vattendistributionen. Vattnet kan undersökas med kontinuerligt fungerande detektorer och prover tas t.ex. med automatiska provtagare.

7.1. Parametrar som särskilt ska övervakas vid egenkontroll

Vattenproducenten ska se till att resultaten av egenkontrollen av den riskbaserade övervakningen av råvatten överförs direkt från laboratorierna till miljöinformationssystemet.

7.1.1. Somatiska kolifager

Maximivärde vid egenkontrollen: I råvatten 50 pfu/100 ml (pfu = plackbildande enheter)

Somatiska kolifager är bakteriofager, dvs. bakterier som angriper virus. Dessa infekterar *Escherichia coli* (*E. Coli*)-bakterieceller via cellmembranen. Till sin uppbyggnad är somatiska kolifager DNA-virus. De finns i olika virusordningar, såsom *Myoviridae*, *Siphoviridae*, *Podoviridae* och *Microviridae*.

Somatiska kolifager ska undersökas vid egenkontrollen för anläggningar som levererar hushållsvatten, om det finns anledning till det enligt riskbedömningen. Om mängden somatiska kolifager i råvattnet överskrider åtgärdsgränsen (över 50 pfu/100 ml), ska de utöver i råvattnet undersökas också efter vattenbehandlingsmetoderna. De somatiska kolifagernas logaritmiska minskning ska fastställas för att man ska kunna bedöma om de behandlingsmetoder man använder minskar virusen tillräckligt effektivt. Riskhanteringen för virusspridning kan antas vara tillräcklig åtminstone när avskiljningseffektiviteten är minst 4 logaritmer (99,99%) och inga somatiska kolifager kan detekteras i det utgående tappvattnet.

De somatiska kolifagerna uttrycker intestinala *E. coli*-bakterievirus. I tarmsystemet förekommer rikligt med kolifager, men de förökar sig endast i värdbakteriens celler. I första hand indikerar förekomsten av dem att vattnet förorenats av intestinala virus, dvs. enteriska virus. Virus är den mest allmänna mikrobgruppen som orsakar vattenepidemier och vanliga indikatorbakterier (*E. Coli*., intestinala enterokocker och *Clostridium perfringens*-sporer), som tidigare uteslutande användes, uttrycker inte alltid tillräckligt väl hälsorisker orsakade av virus. Somatiska kolifager fungerar som virusindikatorer, därför att i egenskap av virus motsvarar de sjukdomsalstrande virus till storleken och formen. Kolifagerna har hög tolerans mot miljöstress, dvs. de hålls livsdugliga länge i vattnet. Dessutom transporteras de lätt i jordmånen och kan lättare än mikrober som är större än virus bryta igenom processerna för rening av hushållsvattnet. Genom att fastställa somatiska kolifager kan man bättre än med indikatorbakterier bedöma hälsorisker orsakade av intestinala virus, såsom norovirus, i processerna för tillverkning av hushållsvatten.

Kolifager kan fastställas genom odling av värdbakterien, dvs. *E. coli*-bakterie, på en- eller tvåvåningsagarsubstrat. Kolifagerna bildar klara områden eller plack som kan uppfattas med blotta ögat i värdbakteriemattan i agarskålen, och då kan man räkna deras antal. I råvatten undersöks kolifagerna i en volym på 100 ml med den undersökningsfrekvens som fastställts i riskbedömningen. Om kolifagerna överskrider maximivärdet, undersöks de i en större vattenvolym med hjälp av koncentreringsmetoder för att man ska kunna fastställa den logaritmiska minskningseffektiviteten. Om man upptäcker kolifager ska de undersökas på nytt efter en viss tid för att man ska kunna vara säker på att råvattenkvaliteten eller minskningseffektiviteten har förbättrats. Vid undersökning av somatiska kolifager kan man använda standardmetoden SFS-EN ISO 10705-2 (Vattenkvalitet. Observation och beräkning av bakteriofager. Del 2: Beräkning av somatiska kolifager) tillsammans med den på membranfiltrering baserade koncentreringsmetoden som beskrivs i standarden ISO 10705-3 (Validation of methods for

concentration of bacteriophages from water:2003). Också andra bestämningsmetoder kan användas. Andra tillgängliga metoder är till exempel US EPA 1602 (Bestämning av kolifager i 100 ml med metoden för envåningsagar) och kommersiella metodtillämpningar (European Microbiology Expert Group, [State of play: Guidance note for the analysis of microbiological parameters](#), 2021). I verifieringsstudier av logaritmisk avskiljningseffektivitet kan vattenprover koncentreras med hjälp av tekniker som högvolum Dead End UltraFiltration (DEUF), vilket gör att volymen vattenprov som ska testas kan ökas till 100 liter eller mer.

7.1.2. 17-beta-östradiol (CAS 50-28-2)

17-beta-östradiol (E2) är det viktigaste biologiskt aktiva naturliga kvinnliga hormonet, men det tillverkas också syntetiskt. Östradiolpreparat används i stor utsträckning vid hormonbehandling av människor och till en del också vid behandling av djur. Det mesta av det beta-östradiol som kommer ut i vattenmiljön och som härstammar från människan släpps ut i avloppsvattnet från sjukhus och stora tätorter och det som härstammar från djur kommer från jordbruk och slakterier.

Beta-östradiol kan störa vattenorganismers och vattendjurs hormonaktivitet redan vid halter på ng/L. Skadliga effekter är bl.a. feminisering, störd reglering av de naturliga processerna för fortplantning och försvagat allmäntillstånd för organismer. Hos människor och däggdjur kan beta-östradiol försämra fertiliteten och orsaka avvikelser i könskörtlarna. Dessutom kan det påverka ämnesomsättningen och immunsystemet och utvecklingen av diabetes, övervikt, hjärt- och kärlsjukdomar och till och med cancer.

Beta-östradiol har upptagits bland ämnen som ska övervakas på grund av dess hormonaktivitetsstörande egenskaper. Övervakning behövs i synnerhet om man använder ytvatten för vattentillverkningen. Enligt WHO:s rekommendation kan man vid behov betrakta maximivärdet på 1 ng/l för beta-östradiol som referensvärde vid bedömning av förekomsten av hormonellt skadliga ämnen och effektiviteten i behandlingen av dem.

7.1.3. Nonylfenol (CAS 84852-15-3)

Nonylfenol och dess etoxilater är ytaktiva substanser som har använts i tillverkningen av målfärger, antioxidanter, tillsatssämnen i smörjoljor, tvätt- och diskmedel, emulgeringsmedel och lösningsmedel. Användningen av dem reglerades på EU-nivå i början av 2000-talet och ett förbud att använda dem för de huvudsakliga användningsändamålen (bl.a. i tvätt- och rengöringsmedel, processering

av textilier och skinn samt i massa- och papperstillverkning) trädde i kraft 2005. Tack vare begränsningarna minskade användningen i Finland från 900 ton till 20 ton per år under perioden 2000–2015. I dagsläget används de endast vid tillverkning av målfärger. På grund av den omfattande tidigare användningen har stora mängder kommit ut i synnerhet i vattenmiljön, där de är långsamt bionedbrytbara och kan ansamlas i vissa organismer. I Finland har nonylfenoler och etoxilater upptäckts i renat avloppsvatten från reningsverk för kommunalt avloppsvatten, i slam och i sippervatten från avstjälningsplatser.

Beroende på alkylkedjans uppbyggnad har nonylfenoler varierande estrogenpåverkan. I vattenmiljön kan de till exempel feminisera vattenorganismer och orsaka infertilitet hos hanarna. Även hos människan är de viktigaste skadeverkningarna förknippade med estrogenstörningar. I djur- och cellförsök har nonylfenol sammankopplats med till exempel störningar i fertilitetshälsan och fettämnesomsättningen samt med förhöjd risk för övervikt och bröstcancer.

Enligt dricksvattendirektivet ska nonylfenol tas upp i den första förteckningen över ämnen som ska övervakas. Detta i synnerhet om man använder ytvatten för tillverkning av sådant vatten som är avsett att användas av människor. Vid behov ska man kräva att vattenleverantörerna behandlar vattnet i fråga om de ämnen som ska övervakas, om man anser att de eventuellt äventyrar människors hälsa. WHO:s Europakontor rekommenderade 2017 att WHO:s maximivärde för nonylfenol på 0,3 µg/l kan betraktas som referensvärde vid bedömning av förekomsten av hormonellt skadliga ämnen och effektiviteten i behandlingen av dem.

7.2. Parametrar som kan tillämpas vid egenkontroll

7.2.1. Adsorberande organiska halogenföreningar (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 maximivärde för AOX. De vanligaste metoderna för bestämning av AOX reagerar inte med fluorid, vilket är anledningen till att t.ex. PFAS inte ingår i 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.

I ytvattenverk uppstår AOX när klor reagerar med organiska substanser (humusämnen). Dessa föreningar kallas biprodukter vid desinfektion. AOX-föreningar kan också transporteras ut i 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 odesinfekterat grundvattnet är mängden AOX normalt under 20 µg/l.

7.2.2. Total mängd aktivt klor, Cl₂

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

För klorhalten i hushållsvatten har det generellt inte föreskrivits riktvärden, då den mängd klor som är nödvändig för desinfektion av vatten är beroende av kvaliteten på det vatten som desinfekteras och av mikroberna som desinfekteras, mängden ammonium och organiska ämnen som reagerar med klor, vattnets död tid i vattenledningsnätet och nätverkets kondition. Då pH ökar, minskar effektiviteten i desinfektion med klor. 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.

Desinfektionen av vattnet anses i ett normalläge vara tillräcklig när klorrester kan konstateras i alla avsnitt av vattenledningsnätet eller ingen skadlig bakterietillväxt kan observeras i nätet. Klorsmak och -lukt i vattnet från de vattenverk som använder klordesinfektion 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 försämrats 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 befärar mikrobiologisk kontaminering och i epidemisituationer ska man vid behov använda större klordoser. I anvisningen [Förfaranden för trygghet av hushållsvattnets kvalitet](#) på Valvira webbplats beskrivs hur man

ska agera i epidemisituationer. Vid intensifierad klorering höjs vattnets klorhalt till över 5 mg/l. Då ska användarna informeras om förbudet att använda hushållsvatten (för dryck, matlagning och tvätt). Vid intensifierad klorering får vatten användas för att spola i toaletten. Vid misstankar om att hushållsvatten har förorenats mikrobiologiskt kan man få experthjälp från [vattenmikrobiologiska laboratoriet](#) vid Enheten för mikrobiologisk expertis vid THL. På THL:s webbplats finns 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.

7.2.3. 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. Det finns också nästan alltid i råvatten och bildas av koldioxid när vattnet alkaliserar. När pH-värdet höjs vid vattenbehandling neutraliseras således koldioxid (kolsyra) till bikarbonat. När pH-värdet höjs ytterligare omvandlas bikarbonatet till karbonat. Doseringen av den neutraliserande kemikalien (t.ex. kalk, lut) beror på koldioxidhalten ([Vattenverksföreningens monografiserie nr 76](#), [på finska] Peltonen och Pääkkönen 2022).

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.

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

7.2.4. Flyktiga organiska föreningar (VOC)

Med VOC-analyser (volatile organic compound) mäter man den totala mängden lättflyktiga 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. [PEX-rör](#)) VOC är till karaktären en summerad parameter och därför finns det inget hälsobaserat maximivärde för VOC.

Framför allt vid kontroller av grundvattenkvaliteten 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. VOC-kontrollerna 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 med hänsyn till föroreningens karaktär och omfattning.

7.2.5. Bestämning av långsamväxande heterotrofa bakterier

Förutom i kontrollundersökningarna är det klokt att införa bestämning av antalet kolonier även i egenkontrollen. Med hjälp av antalet kolonier kan man kontrollera råvattnets kvalitet, desinfektionens effektivitet och den mikrobiologiska tillväxten i nätverk. För kontroll av effekten av desinfektion av hushållsvatten kan man vid bestämning av koloniantal använda odlingssubstrat enligt standarden SFS EN ISO 6222 och utöver en odlingstemperatur på 22 ± 2 °C även 36 ± 2 °C, samt vid undersökning av större provvolymmer använda membranfiltreringsmetoden. Antalet heterotrofa kolonier 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 mikrob mängden i nätet. På ett R2A-substrat växer oftast fler kolonier än på ett agarsubstrat med trypton-jästextrakt enligt standarden SFS-EN ISO 6222, och detta ska beaktas vid tolkningen av resultaten. En odlingstid på en vecka får även bättre fram långsamväxande mikrobarter (t.ex. mögel och strålsvampar).

Vid egenkontroll kan man utnyttja också bestämningsmetoder som utvecklats för indikation på antalet heterotrofa kolonier.

7.2.6. Klorfenoler

Ända fram till 1980-talet kom stora mängden klorfenoler ut i jordmånen och grundvattnet på grund av vårdslös användning av träimpregneringsmedlet KY-5 och på grund av torkning och lagring av impregnerat sågvirke. Tidigare var också blekningsavloppsvatten från träförädlingsindustrin en betydande källa till klorfenoler i vattendragen. En liten mängd klorfenoler uppkommer också i form

av nedbrytningsprodukter från bekämpningsmedel som används inom jordbruket och vid vattenklorering och avfallsförbränning. I Finland har mängden klorfenoler i vattendrag generellt varit under 1,0 µg/l, med undantag för vissa sågområden, där koncentrationerna fortfarande kan vara synnerligen höga på grund av att klorfenoler bryts ner långsamt.

Klorfenoler kan hamna i kroppen förutom via hushållsvatten även via näringsämnen och i liten mån via andningsluften. I WHO:s bedömning av di- och triklorfenoler konstaterades triklorfenol framkalla leukemi, lymfom och levertumörer. Det internationella centret för cancerforskning IARC klassificerade triklorfenol som potentiellt cancerogent hos människan (Group 2B). Pentaklorfenol har hos försöksdjur påvisats orsaka lever- och njurskador samt vara giftigt för försöksdjurens foster. Också hos människor som exponerats i arbetsmiljön har inverkan på lever- och njurfunktionerna observerats. IARC klassificerade pentaklorfenol som cancerogent för människan 2019 (Group 1). Hos befolkningen i Kärkölä som använt hushållsvatten som förorenats av huvudkomponenten tetraklorfenol i KY-5 konstaterades vid en registerundersökning betydligt fler fall än normalt av mjukdelssarkom och non-Hodgkins lymfom under åren 1967–1986. Efter att exponeringen upphörde återgick antalet cancerfall till det normala.

För di- och triklorfenoler är smaktröskeln i vatten mellan 0,3 och 2 µg/l och lukttröskeln mellan 40 och 300 µg/l. Smaktröskeln för pentaklorfenol är 30 µg/l och lukttröskeln är 1600 µg/l.

Koncentrationen av klorfenol ska kontrolleras om ämnet utifrån riskbedömningen kan orsaka sanitära olägenheter. För den totala koncentrationen av tri-, tetra-, och pentaklorfenol fanns tidigare ett nationellt hälsobaserat maximivärde på 10 µg/l. Enligt ett expertutlåtande från THL är detta fortfarande ett motiverat maximivärde, trots att det inte längre finns något kvalitetskrav för klorfenoler i hushållsvattenförordningen.

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

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 immunförsvar. I kvantifieringsmetoden enligt SFS-EN ISO 16266 används ett odlingssubstrat med ceftrimid samt verifieringstester för detektion av *Pseudomonas aeruginosa*-bakterier.

För undersökning av *Pseudomonas aeruginosa*-bakterier finns också standard-metoden SFS-EN ISO 16266-2.

7.2.8. Spårning av föroreningskällor och analys av sjukdomsalstrare

Vid kartläggning av utsläppskällor för intestinal förorening av råvatten och vid utredning av störningssituationer kan man använda genetiska markörer specifika för olika djurarters tarmsystem. Så kallade värddjursspecifika genetiska markörer utgår från identifiering av antingen olika däggdjursarters tarmmikrober eller mitokondriellt DNA med den kvantitativa PCR-metoden. Med hjälp av genetiska markörer kan man konstatera om det i vattenprover finns avföring från människor, idisslare, får, fåglar, måsar, hundar, hästar, svin och fjäderfä.

I en del situationer kan det utöver indikatormikroberna vara nödvändigt att undersöka också sjukdomsalstrarna. Det kan vara skäl att göra norovirus- och *Cryptosporidium*-undersökningar till exempel om det i råvattnet för hushållsvatten finns ohygieniserat kommunalt avloppsvatten eller avföring från nötkalvar. För undersökningen av sjukdomsalstrarna behövs ofta en större vattenvolym än normalt. Vattnet kan koncentreras på provtagningsplatsen genom att man använder koncentreringsmetoden för stora volymer (DEUF, Dead-End Ultra Filtration).

8. 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. För vatteninstallationer i byggnader är faktorer som tillverkning och lagring av utrustningen, korrekt dimensionering av systemet (vattenflöde), noggrann installation och driftsättning samt vattenförbrukningsmönster (stående vatten) alla viktiga. 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.

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. Korrosivt vatten kan öka järnhalten i hushållsvatten i gjutjärnrör och

kopparhalten i kopparrör. Korrosionen av rörmaterial som innehåller kalk (t.ex. betong) kan observeras genom att vattnets pH, alkalitet och kalciumhalt ökar.

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. Det finns ingen betydande försämring av vattenkvaliteten på grund av korrosion av rörledningar när vattnets korrosionsegenskaper är lämpliga för vattendistributionsutrustningen.

I tabell 4 anges också ett index med vilket man kan bedöma hur hushållsvattnets kvalitet påverkar gjutjärnsrörs och stålrörs metallkorrosion. Klorider och sulfater, som påskyndar korrosion, bör förekomma i så liten mängd som möjligt i vattnet. Ju högre sulfat- och kloridhalterna är, desto högre ska alkaliteten vara för att minska korrosion.

Tabell 4. Kriterier för bedömning av hushållsvattnets korrosivitet för att minska järnets korrosivitet

Parameter	Värde
pH	över 7,5
Alkalitet	över 0,6 mmol/l
Kalcium	över 10 mg/l
Syre	över 2 mg/l
<u>Alkalitet (mmol/l)</u>	≥ 1,5
Sulfat (mg/l)/48 + Klorid (mg/l)/35,5	

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 olämpligt 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 vatten 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.

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 alkalisering fyller de rekommenderade värdena i tabellen.

Det är skäl att utreda orsaker och kontrollåtgärder om man upptäcker korrosion i kopparrörsystem eller stockningar i varmvattenanordningar.

8.1. Korrosion av koppar

Under de senaste åren har det skett förtidiga korrosionsskador i vattenledningar av koppar där orsaken till skadorna oftast är okänd. Korrosionsskador har upptäckts i vattendistributionsområdets några byggnader, därmed förklarar inte vattenkvaliteten observationerna. Faktorerna som påverkar korrosionen i vattensystem omfattar utöver vattenkvaliteten även rörets kvalitet och föroreningar på dess inre yta, vattnets temperatur och strömningshastighet samt faktorer kring planering, installation, driftsättning och användningssätt ([Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 76](#), Pelto-Huikko ja Latva 2022, på finska).

Byggnadsbestämmelserna avseende material respektive planering, installation och driftsättning av vattenledningar är ägnade att förhindra korrosion i vattenanordningar. Faktorer med effekt när ett vattensystem används är temperaturer, användningssätt, flödeshastigheter samt hushållsvattnets kvalitet och hur den varierar ([Vesilaitosyhdistyksen monistesarja 62](#), Kaunisto et.al 2020, på finska). Om rören efter installationen inte spolats ordentligt vid idriftsättningen blir det orenligheter kvar på ytorna och de kan orsaka punktkorrosion. I början av användningen är det viktigt att vattnet växlar tillräckligt för att säkerställa att det bildas skyddande oxidskikt. Långa perioder med stående vatten mellan installation och idriftsättning kan utöver att syrehalten sjunker även orsaka mikrobiell tillväxt, som sedan kan ge punktkorrosion. Om vattensystemet inte tas i användning genast efter att det är klart ska rören antingen tömmas på vatten eller annars ska vattnet tappas minst en gång i veckan.

Rekommendationer för att förminska punktkorrosion ([Vesilaitosyhdistyksen monistesarja 62](#), Kaunisto osv. 2020, på finska och [Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 76](#), Pelto-Huikko ja Latva 2022, på finska).

- Vattnets pH bör vara över 7,5 och alkalitet över 0,6 mmol/l
- Koldioxidhalt bör uppföljas och halten borde vara låg

För anjoner som ökar korrosionsrisk rekommenderas halter

- Sulfat under 100 mg/l
- Klorid under 25 mg/l

Flockningar som bildats av katjoner och sammanställda föreningar kan främja kopparledningarnas punktkorrosion. Hushållsvattenförordningens kvalitetsmål för järn, aluminium och mangan är lägre eller striktare än rekommendationsgränserna av Scandinavian Copper Development Association (SCDA).

- Järn under 0,2 mg/l
- Aluminium under 0,2 mg/l
- Mangan under 0,05 mg/l



Valvira

Tillstånds- och tillsynsverket
för social- och hälsovården

Tillstånds- och tillsynsverket för
social- och hälsovården, Valvira

Bangårdsvägen 9, 00520 Helsingfors
PB 43, 00521 Helsingfors
Koskenranta 3, 96100 Rovaniemi

Telefon 0295 209 111
kirjaamo@valvira.fi
valvira.fi