

STRÅL- OCH KÄRNSÄKERHETSÖVERSIKTER



Radioaktivitet i dricksvatten

Radioaktivitet i dricksvatten

Radioaktiva ämnen förekommer naturligt i dricksvatten. De här ämnena har löst sig i grundvattnet och kommer från marken eller från berggrunden. Grundvatten i berg kan innehålla stora mängder radioaktiva ämnen, eftersom vattnet rör sig mycket långsammare i berg än nära markytan eller i mjuk mark. I synnerhet på områden med uranhaltig granit kan grundvattnet innehålla mycket radioaktivitet.

Grundvatten är vatten som absorberats i jorden från regn, smältande snö och is. Vattnet rinner i håligheter i jordmånen och sprickor i berget. Radioaktiva ämnen som finns i naturen eller som människan släppt ut i naturen förekommer både i ytvatten och i grundvatten.

Största delen av radioaktiviteten kommer från naturen

Ur strålskyddssynvinkel är radongas det viktigaste radioaktiva ämnet i dricksvatten. Radon-222 ingår i sönderfallsserien från uran-238. Andra ämnen i samma serie löser sig också i vatten. Förutom radon finns där långlivade alfaaktiva ämnen (uran-238, uran-234, radium-226 och polonium-210)

samt långlivade betaaktiva ämnen (bly-210 och radium-228). I vattnet finns dessutom kortlivade sönderfallsprodukter av radon, men deras inverkan på den totala stråldosen är liten.

Dessutom finns det alltid radioaktivt kalium-40 i grundvattnet. Kalium-40 är bara 0,0118 procent av allt kalium i naturen, och kalium är ett ämne som människan behöver i sin föda. Eftersom kroppens innehåll av kalium är nästan konstant kan man inte påverka stråldosen från kalium i dricksvattnet.

Konstgjorda radioaktiva ämnen

Radioaktiva ämnen hamnar i ytvattnet till följd av kärnvapenprov eller användning av kärnkraft samt bruket av radioaktiva ämnen i medicin, industri och forskning. Vid normala förhållanden finns det trots allt bara obetydliga mängder av dem i vattnet. Läget kan dock förändras om det inträffar en strålningolycka.

Konstgjorda radioaktiva ämnen förekommer i allmänhet inte i grundvattnet. Om de är kortlivade hinner de sönderfalla och om de är långlivade blir de effektivt absorberade i marken. Strålsäkerhets-

centralen har ett miljöövervakningsprogram där konstgjord radioaktivitet i dricksvatten analyseras två gånger årligen i tre stora städer. I ytvattnet finns små mängder strontium-90, tritium och cesium-137, som härstammar från kärnvapenprov på 1960-talet och från nedfallet efter olyckan i Tjernobyl.

De flesta dricker vattenverkens vatten

För närvarande dricker ca 90 procent av finländarna vatten från något vattenverk. Detta vatten är till ca 40 procent ytvatten, 10 procent är konstgjort grundvatten och 50 procent är vanligt grundvatten. Vattenverkens vatten kommer till största delen från marken och endast en liten del kommer från brunnar som borrats i berget. Konstgjort grundvatten är ytvatten som sugts genom marken. I det ingår alltid litet naturligt grundvatten som också finns i marken.

Hushåll som inte är anslutna till något vattenverk har i allmänhet en privat brunn. Man uppskattar att 300 000 människor får sitt vatten från ringbrunnar som grävts i marken medan 200 000–300 000 människor dricker vatten från borrbrunnar. Dessutom används borrbrunnar vid fritidsbostäder. Man vet inte exakt hur många borrade brunnar det finns, men de uppskattas vara ca 70 000–100 000 i samband med stadigvarande bostäder.

Vattenverken har studerats

Strålsäkerhetscentralen har studerat radioaktiviteten i hushållsvatten sedan slutet av 1960-talet. Hittills har över 1 000 vattenverk undersökts. Nästan alla vattenverk som har över 200 konsumenter har undersökts och en stor del av de små vattenverken är också kontrollerade. Ungefär 7 500 borrbrunnar samt 5 000 ringbrunnar och käll-

Radioaktiva ämnen i olika vatten (Bq/l eller µg/l)

Radioaktivt ämne	Vattenledning	Ringbrunn	Borrbrunn
Radon-222 (Bq/l)	27	50	460
Uran-234 (Bq/l)	0,02	0,02	0,35
Uran-238 (Bq/l)	0,015	0,015	0,26
Uran-238 (µg/l)	1,2	1,2	20,9
Radium-226 (Bq/l)	0,003	0,02	0,05
Radium-228 (Bq/l)	– *	– *	0,034
Polonium-210 (Bq/l)	0,003	0,007	0,048
Bly-210 (Bq/l)	0,003	0,013	0,040

* Halten har inte bestämts för denna vattenkälla

Största delen av de radioaktiva ämnena i hushållsvattnet kommer från naturen. I tabellen finns viktade medeltal för halten av radioaktiva ämnen (Bq/l) i olika vatten.

vattensbrunnar i privata hushåll har undersökts.

En stor del av mätningarna har utförts på beställning av invånarna och kommunerna. En del av mätningarna ingår i Geologiska forskningscentralens kartläggning. En stor del av mätningarna har gjorts vid borrbrunnar som hör till stadigvarande bostäder, men man har också utfört talrika mätningar av borrbrunnar för fritidsbostäder.

Radonhalten har mätts i allt vatten och i en stor del av proverna har man också mätt halten av långlivade alfaaktiva ämnen (uran-234 och -238, radium-226 och polonium-210) samt långlivade betaaktiva ämnen (kalium-40, bly-210, radium-228). Livsmedels- och miljölaboratorier på olika håll i Finland har dessutom undersökt radonhalten i sammanlagt ca 3 000 borrbrunnar. Hittills har radonhalten mätts i uppskattningsvis var tionde borrbrunn som används i samband med en stadigvarande bostad.

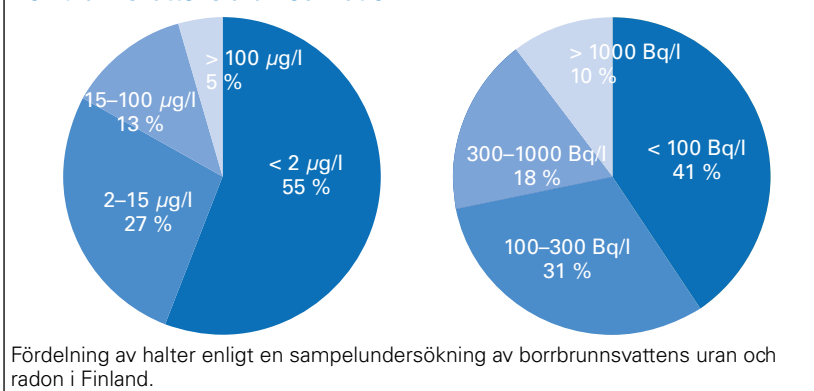
Det finns mycket radon i borrbrunnar

Borrbrunnarnas halt av radioaktiva ämnen i vattnet är i medeltal tiofaldig jämfört med vattnet i ringbrunnar och tjugo gånger vattnet i vattenverkens ledningar. Ca 20 000 människor använder regelbundet vatten från borrbrunnar, vars radonhalt är över 1 000 becquerel per liter (Bq/l). De utgör 10 procent av alla som har borrbrunn. Ringbrunnar har mycket sällan vatten vars radonhalt överstiger 1 000 Bq/l.

I södra Finland finns det mest radioaktiva ämnen

Följande landskap i södra Finland har de största radonhalterna i borrbrunnar: Östra Nyland, Nyland, Päijänne-Tavastland, Tavastland samt östra delen av Egentliga Finland. Även uranhalten är över genomsnittet på dessa områden.

Borrbrunnsvattens uran och radon



Radonhalterna är högre än genomsnittet i ringbrunnarna i Östra Nyland och i Päijänne-Tavastland. Halterna kan dock variera synnerligen starkt också i brunnar som finns nära varandra.

Finland har de största radonhalterna

Områden med uranhaltiga mineraler såsom granit, pegmatit eller andra sura djupbergarter, vulkanit och gnejs, finns nästan överallt i Europa.

Särskilt i Norden är höga halter av radioaktiva ämnen i vattnet i borrbrunnar ett problem. Det finns flera skäl till detta. Områdena med uranhaltiga mineraler är mera vidsträckta i Norden än på andra ställen i Europa. Grundvattnets egenskaper avviker också från annat vatten i det övriga Europa. I de nordiska länderna är vattnet vanligen mjukt och innehåller koldioxid och karbonater som gör att uranet lättare löses i vattnet. De nordiska länderna är också gles bebyggda, så att man på många ställen måste använda vattnet från sina egna brunnar. Jordlagret är ofta tunt, vilket gör att borrbrunnar i berget är vanligare hos oss än annorstädes i Europa, där vattnet lättare kan fås från tjocka jordlager och stensediment.

I de nordiska länderna och i synnerhet i Finland är borrbrunnarnas radonhalter högst i världen. Den veterligen högsta radonhalten i dricksvatten har uppmätts i en borrbrunn i Askola, 130 000 Bq/l.

Det finns åtgärdsgränser för hushållsvatten

Strålsäkerhetscentralen uppställde år 1993 åtgärdsgränser för radioaktiviteten i vatten från vattenverk och vatten som används för framställning av livsmedel (Strålskyddsdirektiv 12.3). Åtgärdsgränsen för radonhalten i vatten är 300 Bq/l. För andra naturliga radioaktiva ämnen går gränsen vid 0,5–20 Bq/l. Om vattnet innehåller både radon och andra naturliga radioaktiva ämnen bör man ta detta i beaktande och sänka gränserna. Om åtgärdsgränsen överskrids, bör verksamhetsidkaren minska mängden radioaktiva ämnen i vattnet.

År 2000 ändrades hälsovårdslagen (441/2000) och social- och hälsovårdsministeriet utfärdade en förordning om kvalitetskrav på och kontroll av hushållsvatten (461/2000) så att den finländska lagstiftningen skall stämma överens med direktivet 98/83/EY från Europeiska unionens råd. Dosgränsen 0,1 mSv i förordningen gäller strålning från en del natur-

ligt radioaktiva ämnen, men inte strålning från radon eller dess sönderfallsprodukter. Man förbereder en komplettering av direktivet, där åtgärdsgränserna fastslås och detaljerade krav ställs på mätning och kontroll. Motsvarande tillägg kommer att införas i finländsk lagstiftning så snart det kompletterade direktivet blir klart.

I stadgan 401/2001 som utfärdats av social- och hälsovårdsministeriet och berör små vattenverk samt privata brunnar fastställdes 300 Bq/l för små hushållsvattenenheter och 1000 Bq/l för privat brunnsvatten som kvalitetsrekommendationer beträffande radonhalten.

Strålsäkerhetscentralen rekommenderar att man överväger åtgärder för att avlägsna uran från dricksvattnet om vattnets uranhalt överstiger värdet 100 mikrogram per liter ($\mu\text{g/l}$).

Radioaktivt vatten är en hälsorisk
Strålningens skadliga verkan är den stråldos som människan erhåller. Man talar om en inre dos om det finns radioaktiva ämnen

i kroppen som kommit in genom munnen eller via andningen. Största delen av den inre dosen för en finländare kommer från radioaktiva ämnen i naturen. Ungefär en tredjedel av den inre dosen från föda beror på dricksvattnets radioaktivitet.

En stråldos medför risk för cancer. I praktiken förekommer dock sällan cancer som beror på strålning, och det är nästan omöjligt att fastslå om cancer orsakats av strålning eller av andra orsaker. Strålning orsakar inga andra sjukdomar eller symptom.

Radon avdunstar från vattnet och finns sedan i inomhusluften

En stor del av radonet i vatten frigörs i gasform i inomhusluften till exempel när man använder tvättmaskin eller duschar. Om vattnet kokas några minuter avgår praktiskt taget allt radon. Andra radioaktiva ämnen kan inte frigöras från vatten genom kokning. Största delen av radonet i småhus kommer från marken eller berget under huset. En stor del av inomhusluftens radon kan ha kommit från vattnet,

om dess radonhalt varit stor. Risken för lungcancer ökar om det finns radon i den luft man andas.

Om man dricker radonvatten får magsäcken en stråldos. Från matsmältningskanalen överförs radonet till blodet och försvinner sedan ur kroppen via lungorna när man andas ut. Långlivade radioaktiva ämnen i dricksvattnet ger även stråldoser till andra organ än lungorna.

Hur stor är cancerrisken?

Långvarigt bruk av radioaktivt dricksvatten ökar risken för magcancer. Man kan räkna ut hur stor risken är genom att använda allmänna riskkoefficienter för mat och vatten. Cancersrisken från radon i luften kan beräknas med hjälp av epidemiologiska uppgifter om inträffade sjukdomsfall. På basis av doserna kan man uppskatta att ungefär 12 cancerfall med dödlig utgång orsakats av dricksvattnets radioaktiva ämnen. Av dessa orsakas 8 fall av vattnets radon och 4 av andra radioaktiva ämnen. Dessutom orsakar radon som frigjorts från dricksvattnet till rumsluften indirekt 12 lungcancerfall årligen.

Cancersrisken med radonhaltigt dricksvatten bör jämföras med risken med radon enbart i luften. Man uppskattar att finländare årligen får ca 300 överloppsfall av lungcancer på grund av inomhusluftens radon. Cancersrisken för en rökare blir betydligt större än för en ickerökare. Största delen av de ca 2 000 årliga fallen av lungcancer i Finland har ett samband med tobaksrökning.

Det kan också finnas andra problem med vattnet

Nästan alla problem med dricksvattnets kvalitet beror på vår natur, jordmån eller berggrund. I det råvatten som vattenverken använder är mindre än hälften

Det lönar sig att mäta radonhalten i vattnet

- Radon i vatten kan vara skadligt både när man dricker vattnet och när man andas in radonet.
- Radonhalten i borrbrunnars vatten bör alltid utredas. Detta gäller både stadigvarande bostäder och fritidsbostäder i hela landet.
- Strålsäkerhetscentralen samt lokala livsmedels- och miljölaboratorier utför radonmätningar. Mätningarna kan göras när som helst under året.
- Provtagningen bör göras med omsorg. Det laboratorium som utför mätningen ger anvisningar för hur provet skall tas.
- Om radonhalten överskrider 1 000 Bq/l, rekommenderas det i första hand att man ansluter sig till vattenledningsnätet.
- Om man beslutar att avlägsna radonet skall man även låta utreda om det finns andra radioaktiva ämnen i vattnet.
- Radonhalten i inomhusluften skall alltid mätas i småhus samt i bottenvåningen i höghus om det finns bostäder i bottenvåningen.
- Vid lokala miljöcentraler kan man be efter information om stöd för anskaffning av avlägsningsapparater.

ytvatten. Problemen med att hantera ytvatten har lett till att allt mera grundvatten tas i bruk. Grundvattnet kan medföra hälsorisker. Bakterier och virus från någon människas tarmkanal kan tillfälligt förorena vattnet och ibland ge upphov till epidemier.

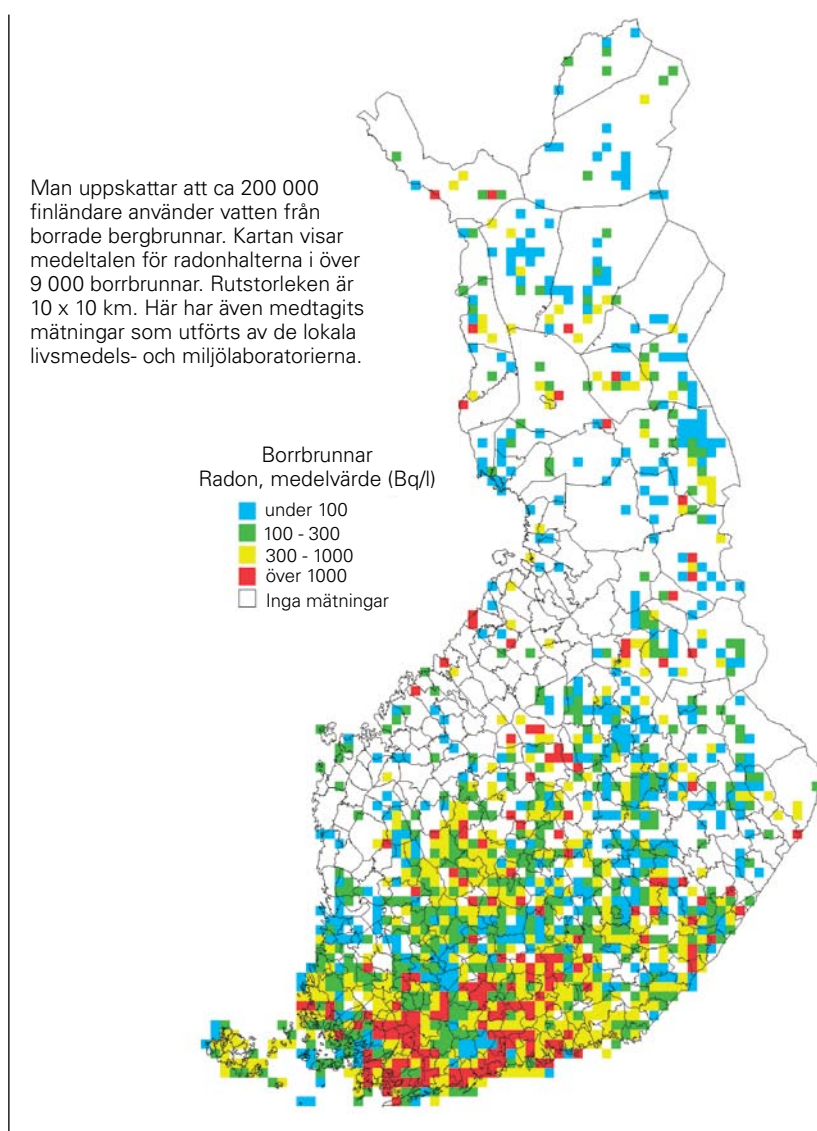
På några områden kan det förekomma arsenik i borrbrunnarna, och det är ett ämne som kan orsaka både cancer och andra skador. På några områden i sydöstra och sydvästra Finland är fluorhalten i vattnet så hög att det kan bli fläckar på tandemaljen och till och med skador på skelettet, vilket kan öka risken för benbrott.

Man har uppmätt höga uranhalt i vatten från borrbrunnar. Uran är giftigare rent kemiskt än i sin egenskap av strålkälla. En hög uranhalt i dricksvattnet kan skada njurarna och benstommen.

Anslutning till vattenverk rekommenderas

Om det finns mycket radon eller andra radioaktiva ämnen i vattnet, bör man först undersöka om man kan få sitt dricksvatten från något annat håll. Det kan bli aktuellt att ansluta sig till vattenledningsnätet eller till byns gemensamma vattentag. Även en ringbrunn kan vara ett alternativ. I annat fall måste de skadliga ämnena avlägsnas ur vattnet.

Radioaktiva ämnen har olika kemiska egenskaper, så samma metod kan inte användas för att avlägsna alla ämnen. Olika metoder har utvecklats i Finland och utomlands. I Finland har vi också praktisk erfarenhet av att avlägsna radioaktiva ämnen. Olika apparater har utvecklats på experimentell väg och testats i privata hushåll för olika typer av grundvatten. De apparater som nu finns på marknaden testas fortfarande. Man undersöker bland annat hur länge olika filtermassor fungerar,



hur pålitliga de är och hur de lämpar sig för filtrering av olika slags grundvatten.

Eliminering av radon

Radonet måste alltid avlägsnas ur allt vatten i hushållet, eftersom det avdunstar i inomhusluften så snart man använder vattnet. Andra radioaktiva ämnen behöver endast avlägsnas ur dricksvatten, eftersom de inte orsakar

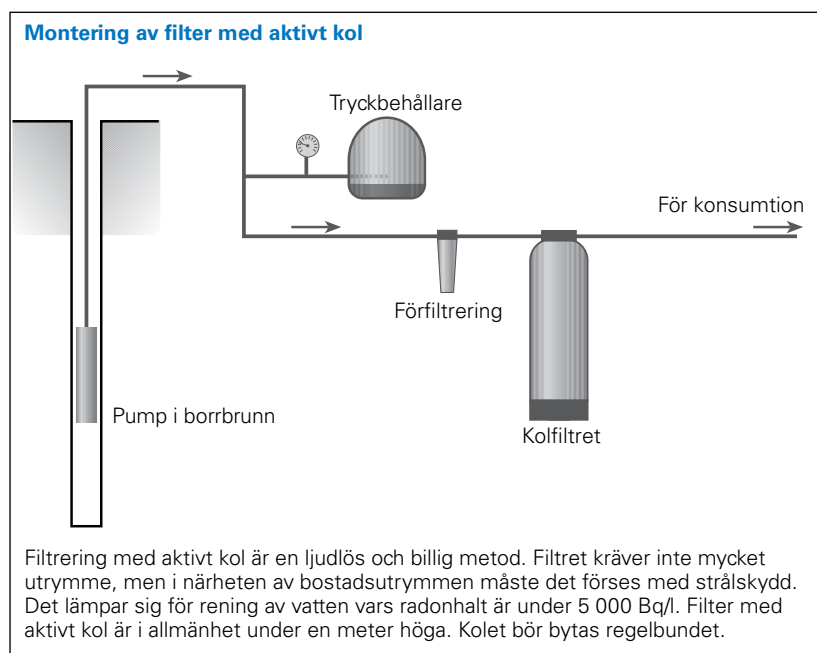
nämnvärd bestrålning när vattnet används för andra ändamål, till exempel dusch.

Radon avlägsnas genom att man blåser luft genom vattnet eller filtrerar det med aktivt kol. Båda metoderna ger goda resultat. Luftning är den metod man föredrar, eftersom den också fungerar för mycket höga radonhalter. Som första investering är detta dock klart dyrare än filtrering med ak-

Val av apparat

Ämne som skall tas bort	Radonhalt i vattnet	Borttagningsmetod
Radon	1000 - 5000 Bq/l	Kolfilter* eller lufttare
	Över 5000 Bq/l	Lufttare
Radon och uran och/eller radium	1000 - 5000 Bq/l	Jonbytare och kolfilter* eller lufttare
	Över 5000 Bq/l	Jonbytare och lufttare

* Filter med aktivt kol för borttagning av radon bör förses med strålskydd eller monteraras någonstans långt från utrymmen där människor ofta vistas.



aktivt kol och kräver större utrymme. Av de apparater för luftning som finns på marknaden avlägsnar de bästa över 99 procent av radonet i vattnet.

Kolfiltret bör bytas regelbundet
Filtrering med aktivt kol rekommenderas bara för radonhalter som underskrider 5 000 Bq/l.

Nackdelen med kolfilter är att i dem samlas radonets sönderfallsprodukter, som utsänder gammastrålning. Filtret måste därför placeras i sådana utrymmen där det inte ökar bestrålningen av husets invånare eller det bör omges med strålskydd. Strålsäkerhetscentralen har utgett tekniska anvisningar för hur filtret skall monteras,

så att själva filtret med säkerhet inte ger invånarna en stråldos över 0,1 mSv per år.

Aktivt kolfilter avlägsnar ofta nästan 100 procent av radonet. Filtreringsförmågan och vattengenomströmningen blir dock sämre när filtret blir äldre och fylls med orenheter som funnits i vattnet. Därför bör man byta kol regelbundet. Hur ofta detta bör göras beror på hur mycket vatten man konsumerar, hur stort filtret är och vilken kvalitet vattnet har.

En laddning med aktivt kol räcker för filtrering av vattnet i ungefär två års tid, om konsumtionen är 500 liter om dagen och det inte finns alltför mycket ämnen i vattnet som med tiden försämrar absorptionen i filtret. I några hushåll har man tvingats byta det aktiva kolet redan inom ett år, eftersom filtreringsförmågan försvagas antingen på grund av stor vattenkonsumtion eller hög halt av uran eller järn i vattnet.

Om vattnets uranhalt är över 0,1 milligram per liter (mg/l) kan filtreringen av radon försvagas redan efter några veckor. Därför bör man avlägsna uranet med ett anjonbytarfilter innan vattnet leds till kolfiltret.

Uran, radium, bly och polonium

Uran och radium kan effektivt avlägsnas med jonbytare till över 95 procent. Uran avlägsnas med anjonbytarharts och radium med katjonbytarharts. Man kan avlägsna dessa ämnen samtidigt eller skilt för sig.

Den mest effektiva metoden att ta bort bly och polonium ur vattnet är omvänd osmos, som avlägsnar 95 procent av dessa ämnen. Nackdelen med omvänd osmos är att vattnets kvalitet försämras, eftersom de naturliga mineralerna också försvinner ur vattnet till följd av processen. Sådant vatten måste efterbehandlas med till ex-

empel kalkstensfilter. Apparatur som är avsedd för små hushåll producerar bara små mängder vatten och monteras därför vanligen bara i köket. Med jonbytare och aktivt kol har man lyckats ta bort 50–95 procent av allt bly och polonium i vattnet.

Apparater som avsetts för att ta bort järn och mangan ur vattnet har även testats på uran, radium, bly och polonium. Dessa apparaters effektivitet har i testerna varierat mycket beroende på vilken metod som används.

Vattnets kvalitet i övrigt

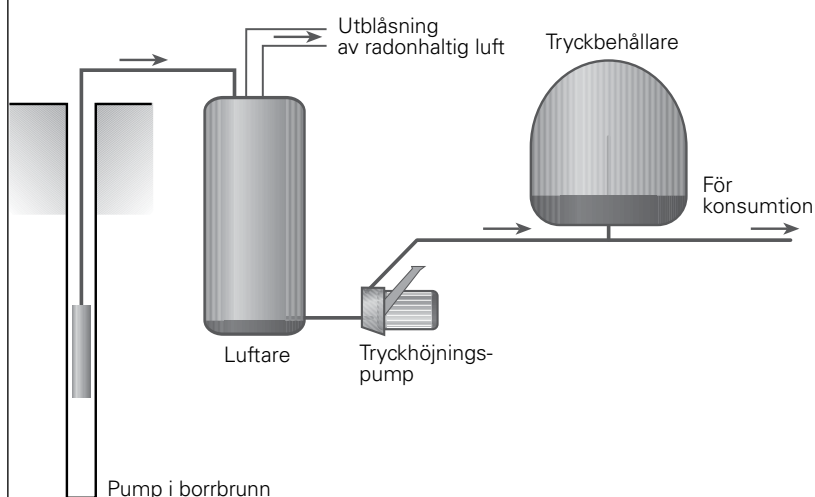
Man bör välja apparat för vattenfiltrering med beaktande av om även järn, mangan eller humus bör filtreras bort tillsammans med de radioaktiva ämnena. Stora mängder av dessa ämnen kan skada filtrens eller luftningsapparats funktion. Härvid kan man rekommendera att de icke-radioaktiva ämnena skall tas bort först. Luftning, aktivt kol och jonbytare försämrar inte vattenkvaliteten. Katjonbyte och omvänd osmos gör ofta vattnet alltför mjukt.

Vad kan man göra?

Om man vill ha vatten utan radioaktiva ämnen, finns det två möjligheter: man skaffar sig nytt vatten från något annat håll (till exempel kommunens vattenledningsvatten eller en ringbrunn) eller man tar bort de radioaktiva ämnena ur det hushållsvatten man har. Man bör på förhand överväga vardera alternativ, deras kostnader, fördelar och nackdelar.

Fråga om radioaktivitet i dricksvatten:
radontiimi@stuk.fi

Montering av luftningsapparat



Monteringen varierar för olika modeller och kan avvika från ovanstående.

Från brunnen pumpas vatten till luftaren, där det blandas med luft. Radongasen i vattnet överförs till luften och ett ventilationsrör för gasen ut ur huset. Det luftade vattnet lagras i en lagrings- eller tryckbehållare. Luftarna är beroende på vilken modell det gäller 0,5–1 meter i diameter och under 2 meter höga.

Litteratur

Voutilainen Anne, Mäkeläinen Ilona, Huikuri Pia, Salonen Laina: Porakaivoveden radonkartasto. Radonatlas över borrhunnar. Radon Atlas of wells drilled into bedrock in Finland. STUK-A171. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors, 2000.

Vesterbacka Pia, Mäkeläinen Ilona, Tarvainen Timo, Hatakka Tarja, Arvela Hannu: Kaivoveden luonnollinen radioaktivisuus - otantatutkimus 2001. STUK-A199. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors, 2004.

Mäkeläinen Ilona, Huikuri Pia, Salonen Laina, Markkanen Mika, Arvela Hannu: Talusveden radioaktivisuus – perusteita laatuvaatimuksille. STUK-A182. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors, 2001.

Vesterbacka Pia, Turtiainen Tuukka, Hämäläinen Kai, Salonen

Laina, Arvela Hannu: Talusveden radionuklidien poistomenetelmät. STUK-A197. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors, 2003.

Myllymäki Pauliina, Turtiainen Tuukka, Salonen Laina, Helanterä Antti, Kärnä Juhani, Turunen Hannu: Radonin poisto porakaivovedestä. Uusia ilmastimia ja aktiivihiilisuodattusten käyttöönotto. Finlands miljöcentral. Helsingfors. Rapport 297/1999.

Hämäläinen Kai, Vesterbacka Pia, Mäkeläinen Ilona, Arvela Hannu: Vesilaitosten vedenkäsittelyn vaikutus luonnon radionuklidipitoisuuksiin. STUK-A206. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors, 2004.

Radioaktivitet i hushållsvatten. ST-direktiv 12.3. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors, 1993.

Radioaktiva ämnen från naturen förekommer i dricksvatten. De här ämnena har löst sig i grundvattnet och kommer från marken eller berggrunden. Radon är en radioaktiv ädelgas, som uppkommer i jordskorpan. Den kan lätt läcka ut i atmosfären och den löser sig i vatten. Radonet påverkar inte vattnets lukt eller smak. Strålsäkerhetscentralen rekommenderar för privata hushåll att de skall försöka minska radonhalten i vattnet om den är högre än 1 000 becquerel per liter. Härvid är det skäl att kontrollera om det också finns andra radioaktiva ämnen i vattnet.

Tilläggsuppgifter

Strålsäkerhetscentralen svarar på frågor om radioaktivitet i vatten och noggrannare mätningar. Kommunens hälsovårdsinspektör ger uppgifter om mätningar i lokala laboratorier. Den regionala miljöcentralen ger närmare uppgifter om understöd. Företag som säljer apparater för vattenrening ger närmare info om dessa apparater. Se även Strålsäkerhetscentralens webbplats www.radon.fi.



Flänsvägen 4, 00880 Helsingfors
Tel. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500
www.stuk.fi

Vammalan Kirjapaino Oy
Helsingfors 2008