

Mätningar av naturlig radioaktivitet i och från filter vid några vattenverk

Inger Östergren, Gustav Åkerblom och Britt-Marie Ek



SSI:s verksamhetssymboler



UV, sol och optisk strålning

Ultraviolet (UV) strålning från solen och solarier kan ge både lång- och kortsiktiga skador. Även annan optisk strålning, främst från lasrar, kan vara skadlig. Vi ger råd och information.



Solarier

Risken med att sola i solarium är sannolikt densamma som att sola i naturlig sol. SSI har därför tagit fram föreskrifter som även innehåller råd för den som solar i solarium.



Radon

i inomhusluft står för den största andelen av den totala stråldosen till befolkningen i Sverige. Vi arbetar med riskbedömning, mätteknik och rådgivning till andra myndigheter.



Sjukvård

står för den näst största andelen av den totala stråldosen till befolkningen. Genom föreskrifter och tillsyn strävar SSI efter att minska stråldosema för personal och patienter.



Strålning inom industri och forskning

Enligt strålskyddslagen krävs tillstånd för verksamhet med joniserande strålning. SSI ger ut föreskrifter och kontrollerar att de efterlevs, gör inspektioner, utredningar och kan stoppa farlig verksamhet.



Kärnkraft

SSI ställer krav på kärnkraftverken att strålskyddet för allmänhet, personal och miljö ska vara bra och kontrollerar fortlöpande att kraven uppfylls.



Avfall

SSI arbetar för att allt radioaktivt avfall tas omhand på ett från strålskyddssynpunkt säkert sätt.



Mobiltelefoni

Mobiltelefoner och basstationer avger elektromagnetiska fält. SSI följer utveckling och forskning för mobiltelefoni och dess eventuella hälsorisker.



Transporter

SSI verkar nationellt och internationellt för att radioaktiva preparat inom sjukvården, strålkällor inom industrin och utbränt kärnbränsle ska transporteras på ett säkert sätt.



Miljö

Säker strålmiljö är ett av de 15 miljömål som riksdagen beslutat om för att uppnå en ekologiskt hållbar utveckling i samhället. SSI ansvarar för att detta mål uppnås.



Biobränsle

från träd som innehåller cesium, till exempel från Tjernobylolyckan, är ett problem som SSI idag forskar kring.



Kosmisk strålning

Flygpersonal kan i sitt arbete utsättas för höga nivåer av kosmisk strålning. SSI deltar i ett internationellt samarbete för att kartlägga stråldosema till denna yrkesgrupp.



Elektriska och magnetiska fält

SSI arbetar med risker av elektromagnetiska fält och vidtar åtgärder om risker identifieras.



Beredskap

SSI har dygnet-runt-beredskap för att skydda människor och miljö från konsekvenser av kärnenergiolyckor och andra strålningsolyckor.



SSI Utbildning

ska bidra till att tillgodose det utbildningsbehov som finns på strålskyddsområdet. Verksamheten finansieras genom kursavgifter.

FÖRFATTARE/AUTHOR: Inger Östergren, Gustav Åkerblom och Britt-Marie Ek*
*SGU

AVDELNING/ DEPARTMENT: Avdelningen för beredskap och miljöövervakning /
Department of Emergency Preparedness & Environmental Assessment.

TITEL/TITLE: Mätningar av naturlig radioaktivitet i och från filter vid några vattenverk / Results from measurements of natural radiation in and from filters in some water treatment plants.

SAMMANFATTNING: Stora vattenverk använder oftast ytvatten vilkas innehåll av naturligt förekommande radioaktiva ämnen är så låga att användningen av vattnet vare sig medför någon stråldos eller avfallsproblem.

I grundvatten är halterna av radioaktiva ämnen betydligt högre än i ytvatten och ofta så höga att åtgärder fordras för att rena vattnet. I vissa fall behövs ett särskilt omhändertagande av filter och filtermassor på grund av utfällning i dem av naturligt radioaktiva ämnen.

Stråldosen till personal som arbetar i grundvattenverk är oftast låg då personalen vanligen arbetar korta tider inne på vattenverken. Vid den undersökning vars resultat presenteras i föreliggande rapport fann vi inte några problem med radioaktivitet i anläggningarna, inte heller några problem med omhändertagande av filter och avfall.

Rapporten ger dessutom en övergripande information om problemställningar med anrikning av naturligt radioaktiva ämnen i vattenfilter.

SUMMARY: Large water treatment plants often process surface water where the concentration of natural radionuclides is so low that treatment of the water produces no radiation dose or waste problem. The level of natural radionuclides in ground water is higher than in surface water and often so high that mitigation is needed to clean the water. Specific treatment of the filters and filter masses is needed in some cases because the natural radionuclides precipitate in the filters.

The radiation doses received by personnel at the ground water treatment plants are often low because of the relatively short time the workers spend inside the treatment plant. The results presented here indicate no need for extra action to insure radiation protection with regard to radioactivity inside the treatment plant or during processing of the filters and waste.

A comprehensive discussion of the problems associated with the concentrating of natural radionuclides in water filters is presented in this report.

SSI rapport: 2005:14

juli 2005

ISSN 0282-4434



Innehållsförteckning

Inledning	1
Radioaktiva ämnen i vatten och i filter	3
Filtertyper och handhavande	5
Föreskrifter och rekommendationer	6
Kontroll av radioaktivitet från och i vattenfilter	7
Krav på högsta tillåtna koncentrationer av radioaktiva ämnen i vatten och konsekvenser av dessa krav	7
Besök vid några vattenverk för att undersöka radioaktiviteten i och strålningen från vattenfilter	7
Va-verket Karbenning, Norbergs kommun.....	8
Va-verket Rävsnäs, Surahammars kommun.....	8
Köpings Va-verk.....	10
Vattenverket Himmata, Köpings kommun	10
Kölsta Va-verk, Köpings kommun	11
Privat borrhållsbrunn, Hallstahammars kommun	11
Undersökning av kolfilter	13
Analys och analysmetoder	13
Sammanfattning	14
Referenser	14

Inledning

I filter som används för att rena vatten fastnar också radioaktiva ämnen, t.ex. uran och radium och deras sönderfallsprodukter. Vilka ämnen som avskiljs och hur bra de bortfiltreras beror på vattnets kemiska egenskaper, halten av radioaktiva ämnen, volym vatten som passerar filtret, filtertyp samt på hur filtret fungerar och sköts. De radioaktiva ämnen som fastnat i filtret ger vid sina sönderfall upphov till joniserade strålning. T.ex. sönderfaller två av dotternukliderna till radon under avgivande av gammastrålning, vilket kan medföra att gammastrålningen från filtret kan bli relativt rätt hög och nå ut i den lokal där filtret är placerat. Anrikningen av radioaktiva ämnen i filter, kan bli så hög att filtret utgör ett radioaktivt avfall, vilket behöver tas hand om och deponeras enligt de föreskrifter som gäller för radioaktivt avfall. Dessa och andra frågor som rör naturlig radioaktivitet i dricksvatten har studerats i ett EU-finansierat projekt, (STUK, 2000).

Föreliggande rapport redogör för resultat från besök som Inger Östergren och Gustav Åkerblom, SSI, samt Britt-Marie Ek, SGU, gjorde till vattenverk i Norbergs, Surahammars och Köpings kommuner år 2004, se figur 1. Därvid besöktes fem kommunala vattenverk och en enskild vattentäkt i avsikt att mäta gammastrålningen från vatten och filter och provta vatten för analys. De utvalda vattentäkterna är belägna i Västmanlands län och samtliga är sådana som kunde förmodas ha problem med anrikning av radioaktiva ämnen i filtren på grund av relativt höga järn- och manganhalter i vattnet eller konstaterade förhöjda uranhalter (Länsstyrelsen i Västmanlands län, 2002). I rapporten redovisas även analyser från kolfilter vid 2 vattenverk i Göteborg vilka levererar vatten från ytvattentäkter, samt ett grundvattenverk i Arboga. Dessa tre vattenverk har inte besökts.

Av de besökta vattenverken är det två som levererar vatten från grusåsar, två från i berg borrhade brunnar och ett från en stor grävd brunn. Den enskilda vattentäkten tar sitt vatten från en i berg borrhad brunn.



Figur 1. Vattentäkter i Västmanlands län som ingått i SSI:s undersökning.

Radioaktiva ämnen i vatten och i filter

De radioaktiva ämnen som finns i vatten är dels naturligt radioaktiva ämnen som urlakats från berggrund och jordlager, dels sådana som kommer från nedfall från sprängningar av atom- och vätebomber men också ämnen som kontaminerat vatten i samband med bearbetning, hantering eller användning av radioaktivt material i industri, laboratorier och sjukhus.

De naturligt radioaktiva ämnen, som finns i vatten i sådana koncentrationer att de kan ge något bidrag till den stråldos som människor utsätts för, är uran och torium med sönderfallsprodukter. Vid radioaktiva sönderfall av uran och torium bildas bland annat de kraftigt radioaktiva grundämnena radium och radon med sina sönderfallsprodukter (sönderfallsserier i bilaga 2). En del av dessa sönderfaller under avgivande av alfastrålning andra under avgivande av beta- och gammastrålning. I vatten finns även den naturligt radioaktiva isotopen av kalium, kalium-40 (av allt kalium består 0,12 % av kalium-40), men halten av från denna isotop är ringa och dosbidraget försumbart.

I samband med atombombsproven på 1950- och 1960-talet skedde nedfall av vid proven bildade radioaktiva nuklider. De flesta sönderföll snabbt men rester av cesium-137 (halveringstid 30 år) och tritium (halveringstid 12,3 år) kan fortfarande spåras i svenskt grundvatten. I samband med Tjernobykatakstrofen fick vi ånyo beläggning över Sverige med bl.a. cesium-137. Halterna av nedfallsprodukter i grund- och ytvatten är i dag så låga att de radioaktiva ämnena inte utgör något problem. Samma förhållanden gäller för utsläpp från kärnkraft, industri och laboratorier.

Uran, kalium och radon är lösliga i vatten och samma förhållanden gäller för en del av deras sönderfallsprodukter. Däremot är t.ex. torium svårslösligt i vatten och radium relativt svårslösligt. Detta medför att i förhållande till sin modernuklid uran-238 förekommer t.ex. radium-226 oftast i en mycket lägre aktivitetskoncentration¹ i vatten, man talar om radioaktiv ojämnavikt i uranserien².

Halterna av uran och torium och radium i vatten är som regel mycket låga, för uran enstaka till några mikrogram per liter ($\mu\text{g/l}$), för torium enstaka bråkdelar av mikrogram per liter ($\mu\text{g/l}$) och för radium enstaka pikogram per liter (pg/l). På grund av uranets kemiskt toxiska egenskaper är det uranet som har störst betydelse ur hälsoskyddssynpunkt. För uran anges halter i vatten vanligtvis i $\mu\text{g/l}$ eller Bq/l beroende på vilken analysmetod som används och för radium och torium som aktivitetskoncentrationen av nukliden och i enheten Bq/l .

I tabell 1 redovisas normala uranhalter och variationsbredd för råvatten som tas från yt- och grundvatten samt aktivitetskoncentrationer av radium-226 och radon-222. Som framgår av tabellen är koncentrationerna i ytvatten mycket låga – men i grundvatten många gånger högre och i grundvatten i berg i vissa fall riktigt höga. Aktivitetshalten av kalium-40 är låg, ca 1 Bq/l . De höga halterna i grundvattnet beror på att ämnena lakas direkt från mineralkornen i jorden, alternativt från omgivande berg. För lakningsbetingelserna är vattnets och berggrundens kemiska egenskaper av stor betydelse.

¹ Aktivitetskoncentration anges i enheten becquerel per massenhet, t.ex. Bq/l .

² Radioaktiv sönderfallsjämnavikt förekommer när i en sönderfallsserie lika många atomer av varje enskild dotternuklid sönderfaller per sekund som av modernukliden.

Tabell 1. Radon, uran och radium i yt- och grundvatten (råvatten). Normala och maximala halter samt haltvariation i inkommande vatten.

	Radon-222, Bq/l	Uran, µg/l ¹⁾	Radium-226, Bq/l
Sjö- och åvatten (ytvatten)	< 1	0,001 - 0,8	0,002 - 0,07
Havsvatten	< 1	1 - 3,3	0,002 - 0,003
Grävda brunnar:			
aritmetiskt medelvärde	43 ²⁾		
medianvärde	19 ²⁾		
normalt i Sverige	10 - 300, max 3500		0,0002 - 0,09
granitområden i Bohuslän	40 - 400		
Borrade brunnar:			
aritmetiskt medelvärde	203 ²⁾	14,3 ³⁾	0,09 ³⁾
medianvärde	86 ²⁾	4,0 ³⁾	0,01 ³⁾
sedimentära bergarter, Närke	10 - 50		
normalt urberg	70 - 500		0,001 - 0,25
uranrik granit	300 - 4000, max 89000	max 268 ³⁾	0,05 - 0,8 max 7,5
uranrik pegmatit	max 15000 - 30000		max 0,35 - 2,5
Grundvatten i uranförekomster:			
Lilljuthatten, Stenfjällen, uranmalm	2000 - 100000		max 6
Pleutajokk, Arjeplog, uranmalm	18000 - 55000		0,1 - 0,17
Genomsnittlig halt till befolkningen	38 ⁴⁾	1,8 ⁵⁾	0,011 ⁴⁾

¹⁾ Halten av uran är här angiven i µg/l. I detta värde ingår halterna av uran-238, uran-234 och uran-235. I naturen, vid radioaktiv jämvikt inom uranserierna, består 99,2754 % av uran-238, 0,72 % av uran-235 och 0,00545 % av uran-234. I grundvatten råder inte detta jämviktsförhållande på grund av högre lakbarhet för uranisotopen uran-234 än för uran-238. Typiskt för grundvatten är att aktivitetskoncentration av uran-234 är högre än för uran-238, i svenska grundvatten genomsnittligt 2,4 gånger högre (kan variera mellan 0,5 - 15) (SSI, 2003).

²⁾ Analysresultat från 577 grävda brunnar och rörspetsbrunnar samt från 1276 borrade brunnar vilka slumpvis utvalts från hela Sverige. Brunnarna har provtagits och analyserats av SGU och SSI under åren 1985-2000.

³⁾ Resultat från 261 bergborrade brunnar provtagna av SGU 2003-2004 (SGU, 2004).

⁴⁾ Resultat från 375 allmänna och 499 privata brunnar (SSI-rapport 88-11, 1988).

⁵⁾ Uppskattad genomsnittlig halt i en finsk undersökning (IRPA/NSFS, 1999).

Även om ytvatten i sig har mycket låga halter av uran, radium och radon så förekommer det att ytvatten som infiltreras i sand- och grusavlagringar för att renas vid sin transport genom avlagringarna och förvaring i dem upptar uran, radium och radon från mineralkornen och blandas med det grundvatten som redan finns i grusavlagringen. Därför förekommer det att halterna av uran, radium och radon i det infiltrerade vatten som uttas från sand- och grusavlagringarna kan bli olämpligt höga (Åkerblom et al., 2000).

I samband med rening av vatten används ofta luftning för att rena vattnet från järn, mangan, humus, jordgaser och radon. Därvid bildas, om järn och mangan finns löst i vattnet, järn- och manganhydroxider som flockas i vattnet. Dessa kan sedan bortskiljas genom filtrering av vattnet. Finns det radium i vattnet fälls detta ämne med järnet och manganet

och bortförs vid filtreringen. Uran faller normalt inte tillsammans med radium i vanliga filtertyper vilket även framgår av resultaten i tabell 3, 5 och 6 (bilaga 1). Radongasen i vattnet överförs vid luftningen från vattenfasen till atmosfärisk luft. En förutsättning för att reningen från radon ska bli effektiv är att vattnet luftas kraftigt och finfördelas i små vattendroppar.

Filtertyper och handhavande

Ytvattenverk har vanligtvis bara behov av att vattnet renas kemiskt och att eventuella partiklar tas bort. Några större vattenverk använder för detta kolfilter, bl.a. två stora vattenverk i Göteborg vars filter analyserats i föreliggande undersökning.

Kolfilter finns i flera olika typer med olika stora kolpartiklar, sådana filter används 3-4 år och backspolas regelbundet. Kolfilter används i allt mindre utsträckning eftersom omhändertagande av filtren kan bli ett avfallsproblem. De flesta mindre grundvattenverk som använt kolfilter tidigare har övergått till infiltration eller till ett annat filtersystem. Stora ytvattenverk som använder kolfilter regenererar filtret efter 3-4 år och fyller på med nytt material, dessutom backspolas filtren regelbundet. Efter att filtermassorna är förbrukade, hamnar de normalt på en allmän kommunal deponi. Många ytvattenverk använder infiltration för att rena vattnet. Inget vattenverk som producerar mineralvatten ingår i föreliggande undersökning.

Både de vattenverk som använder ytvatten och de som tar sitt vatten från jordakviferer eller bergakviferer använder filter med grus och sand och/eller jonbytare för att rena vattnet från järn, mangan eller humus. Sådana filter backspolas regelbundet flera gånger per vecka oftast varje dygn. Beroende på filtertyp och de tillsatser i spolvattnet som används kan det radium och uran som fastnat i filtret i varierande grad avlägsnas (allt från nästan inget till nästan allt) (STUK 2000). Således blir det normalt inte några höga radiumhalter i filter, men efter långvarig användning kan filter ändå bli kontaminerade eftersom det inte går att helt få dem rena från utfällningarna. En del vattenfilter är fyllda med material som förbrukas av vattenflödet och därför behöver fyllas på vid behov, det blir inga avfallsrester från dem. Trots många kontakter med vattenverk har vi inte funnit något som använder mineralet Glaukonit (Manganese Greensand) för filter som tar bort järn och mangan. Om det används blir det inga avfallsrester eftersom materialet förbrukas.

Finns det radium och radondöttrar i vattnet fastnar dessa till stor del i vanliga vattenfilter som järn- och manganfilter. I kolfilter adsorberas radon på kolet, men kolet förlorar med tiden sin adsorptionsförmåga i varierande grad. Även radium och uran fastnar i kolfilter men reningsförmågan är ganska dålig. Med tiden kan kolfilter och andra typer av filter där uran och radium adsorberas, t.ex. filter som använder bariumsulfat eller CaHPO_4 , bli kraftigt förorenade med uran, radium och radondottern bly-210. Det har förekommit att filtren då utgjort ett radioaktivt avfall som fordrat särskilt omhändertagande. Fastnar radon eller radium i filtret ger detta upphov till gammastrålning från filtret på grund av att radonet sönderfaller till radondöttrarna bly-214 och vismut-214 vilka vid sitt sönderfall utsänder gammastrålning (Salonen et al., 2002). Gammastrålningen från filter i vilka radium och radon fastnat kan bli hög, t.ex. 1992 uppmättes 15-25 mikrosievert per timme ($\mu\text{Sv/h}$) från ett kolfilter som då var under bruk i en privat vattentäkt vars vatten hade en radonhalt av 2500 Bq/l och en radiumhalt på 2,1 Bq/l. (SSI 1992, arbetsmaterial). Man bör inte under längre tider vistas i närheten av filter med så hög strålning. Det kan därför vara olämpligt att installera vattenfilter inne i bostadshus eller arbetslokaler. Om filtret blir kontaminerat med radium förekommer det att filtret utgör en sekundär källa till radon. Radiumet sönderfaller till radon som sedan med vattnet förs vidare till förbrukaren. Om radium fastnar i filtret kan även en måttlig radiumhalt i vattnet med tiden bli orsak

till höga radonhalter i vattnet Därför bör, om järn- och manganfilter eller liknande filter installeras tillsammans med en radonavskiljare, den senare placeras sist i installationskedjan.

Föreskrifter och rekommendationer

Enligt *Strålskyddslagen* (SFS 1988:220 med ändringar t.o.m. SFS 2004:456) ska människor, djur och miljö skyddas mot skadlig inverkan av strålning. Denna lag följs upp i *Strålskyddsförordningen* (SFS 1988:293 med ändringar t.o.m. SFS 2001:618). Enligt 2 § omfattas material som håller en högre aktivitetskoncentration av uran-238 i jämvikt med sina dotterprodukter än 1000 Bq/kg av *Strålskyddsförordningen* och behöver därför särskilt tillstånd för att hanteras, transporteras och deponeras. För radium-226 i jämvikt med sina dotterprodukter är gränsen 10 000 Bq/kg. Dessa aktivitetskoncentrationer överskrider ofta i filtermaterialet varför *Strålskyddslagens* allmänna krav på försiktighetsmått, kontroll och strålskydd är tillämpliga (*Strålskyddslagen* 6 §, 7 § och 8 §).

Hittills har *Strålskyddslagens* och förordningens föreskrifter inte tillämpats på material från vattenfilter eftersom de innehåller naturligt radioaktiva ämnen. Dock har det vid ett par tillfällen förekommit att vattenfilter på grund av dess radioaktivitet särskilt omhändertagits och deponerats.

Särskilda bestämmelser för transport av radioaktivt material finns i *Räddningsverkets föreskrifter om transport av farligt gods på väg* (SRVFS 2004:14). I dessa ställs krav på bland annat förpackning, dokumentation, etikettering och märkning, utbildning av förare, särskilda krav på fordonet samt skyltning. Räddningsverket har övergripande ansvar för tillsyn och transport av farligt material.

Aktivitetskoncentrationer och gammastrålningen från filter kan bli rätt hög. Från ett skrotat filter med ca 50 liter material uppmättes 5-7 $\mu\text{Sv/h}$ (1992). Aktivitetskoncentrationen av radium-226 i detta filter var 130 000 Bq/kg. Ett sådant filter ska enligt gällande bestämmelser transporteras under de regler som gäller för transport av radioaktivt material.

Eftersom transportreglerna innehåller olika krav för olika förutsättningar (mängd material, hur detta är "förpackat", total aktivitetskoncentration, gammastrålning, typ av material mm.) bör den som ska transportera radioaktivt filtermaterial/filterrester kontakta kommunens räddningstjänst eller Räddningsverket för att få råd om hur transporten ska utföras.

Problemen med omhändertagande och deponering av filtermassor som innehåller naturligt radioaktiva ämnen i sådana koncentrationer att de överstiger 1000 Bq/kg av uran-238 eller radium-226 har tagits upp i *Utredningen om radioaktivt avfall från icke kärnteknisk verksamhet* (IKA) (SOU2003:122). Sådant radioaktivt avfall benämner utredningen som Verksamhetsavfall – dvs. "avfall som uppstår genom anrikning av naturligt förekommande radioaktivitet". Utredningen föreslår att sådant verksamhetsavfall ska hanteras enligt *Miljöbalkens* bestämmelser om miljöfarligt avfall. Utredningen föreslår också att "*Strålskyddslagen* ändras så att även verksamhetsavfall omfattas av lagens bestämmelser om ansvar för radioaktivt avfall genom att 13 § i *Strålskyddslagen* görs tillämplig på verksamhetsavfall genom att begreppet verksamhet med strålning utökas med ett tillägg i 5 § samma lag". "SSI bör i tillämpliga fall utfärda föreskrifter för hantering och slutförvar" samt "ges i uppdrag att informera om problemen i relevanta branschorgan samt utge allmänna råd för hanteringen av sådant avfall" och "samråda med Naturvårdsverket". För slutgiltig deponering av radioaktivt verksamhetsavfall föreslår utredningen att en särskild fond upprättas, IKA-fonden.

IKA utredningen har under 2003 överlämnats till Regeringen för beredning. Ett förslag till beslut kan tidigast föreligga i slutet av 2005. I avvaktan på att föreskrifter föreligger

om hur radioaktiva filtermassor ska hanteras och deponeras råder SSI de som har frågor om hantering och deponering att kontakta SSI.

Kontroll av radioaktivitet från och i vattenfilter

En kontroll av radioaktiviteten i ett vattenfilter utförs enklast genom att mäta med en gammamätare på filterbehållaren. Mätaren hålls direkt mot filterbehållaren. Uppmäts högre gammastrålning än i omgivningen finns det radioaktiva gammastrålande ämnen i filtret. Dessa utgörs i så fall av radondöttrarna bly-214 och vismut-214 såvida det inte är en kontaminering. En förhöjd gammastrålning säger dock inget om vare sig halten av radon eller koncentrationer av uran, radium eller bly-210. För att bestämma dessa behövs laboratorieanalyser. En förhöjd gammastrålning utgör dock alltid en indikation på att radioaktiviteten i filtermaterialet kan vara olämpligt hög.

Krav på högsta tillåtna koncentrationer av radioaktiva ämnen i vatten och konsekvenser av dessa krav

I Dricksvattenföreskrifterna (SLVFS 2001:30) ställs krav på högsta tillåtna halter av radon och radioaktiva ämnen i dricksvatten. Kraven gäller för vattentäkter som förser fler än 50 personer med vatten eller som levererar mer än 10 m³ vatten per dygn. Vid radonhalt på över 1000 Bq/l klassas vattnet som otjänligt och vid över 100 Bq/l som tjänligt med anmärkning. För övriga vattentäkter gäller Socialstyrelsens allmänna råd (SOSFS 2003:17 (M)) där vatten bedöms som otjänligt vid radonhalter över 1 000 Bq/l.

För radioaktiva ämnen i vattnet används begreppet ”total indikativ dos” (TID). Denna ska vara lägre än 0,1 millisievert per år (mSv/år) och utgör den sammanlagda dosen från intagna radioaktiva ämnen. (Den dos som orsakas av radon, radondöttrar, tritium och kalium-40 ingår inte i TID). En person som dagligen intar vatten med en uranhalt av 100 µg U/l eller en aktivitetskoncentration av radium-226 av 0,5 Bq/l får en dos av 0,1 mSv/år.

WHO har 2004 i avvaktan på slutgiltigt ställningstagande föreslagit ett provisoriskt riktvärde på 15 µg U/l för uran i dricksvatten (WHO, 2004). Detta riktvärde är satt med anledning av uranets kemiska toxicitet. I Sverige överväger Livsmedelsverket för närvarande (februari 2005) att införa ett svenskt riktvärde för uran i dricksvatten.

Vid luftning av vatten för avlägsnande av radongas utfälls hydroxider av järn och mangan om vattnet är järn- och manganrikt (Lindén, 1997). Tillsammans med hydroxiderna fälls vanligtvis även radium effektivt. Vid behandling av stora volymer vatten kan dessa utfällningar omfatta mycket material som kan behöva omhändertas som radioaktivt avfall.

För avskiljning av uran och radium behövs någon typ av jonbytare eller i undantagsfall kolfiler. Det kan här röra sig om stora vattenvolymer som behöver renas (se t.ex. nedan beträffande Köpings vattenverk). Det är inte osannolikt att så mycket uran, radium och bly-210 fastnar och fastläggs i jonbytarmassorna att dessa kommer att behöva omhändertas som radioaktivt verksamhetsavfall.

Besök vid några vattenverk för att undersöka radioaktiviteten i och strålningen från vattenfilter

I syfte att studera hur stort problemet är med utfällning av radioaktiva ämnen i vattenfilter besöktes fem vattenverk och en privat vattentäkt. Vid besöken mättes strålningen från filtren och vatten och filtermassor provtogs för analys vid SSI:s och Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU:s) laboratorier. I den här rapporterade studien har analyser av ra-

don, uran, radium-226, radium-228, totalalfa- och totalbetaaktivitet utförts samt ICP-MS analyser av metaller i vattenprov. Nedan redogörs för iakttagelser, analysmetoder och analysresultat.

Va-verket Karbenning, Norbergs kommun

Produktion år 2001, ca 16 000 m³ råvatten. Karbenning är en bergborrad grundvattentäkt med höga halter av järn och mangan i råvattnet, filtrering görs genom ett filter bestående av ett gruslager, sandlager och ett järn- och manganfilter (alkalisk massa) och överst luft. Därefter får vattnet passera genom en radonavskiljare (Radonett). Gammastrålningen mätt utvändigt på cisternen med filtret ligger mellan 0,25 – 1,0 µSv/h. Avfallet från backspolningen rinner ut i ett dike, gammastrålningen vid själva utloppet uppmättes 0,5 – 1,5 µSv/h. Analysresultat, se tabell 2, 3 och 4 (bilaga 1).



Karbenning cistern med filter



Radonfilter Radonett



Karbenning uppsamling av material från backspolning



Avfallsprov vid utloppet i diket.

Va-verket Rävnes, Surahammars kommun

Produktion år 2001, ca 1 383 000 m³ råvatten. Vattnet kommer från Strömsholmsåsen, vattenmagasinet ligger nära Kolbäcksån, vilket kan ge en viss infiltration av vatten från ån. Vattnet pumpas från åsen för att luftas och därefter avlägsna järn- och mangan genom flockning. Efter infiltration förs vattnet genom en modifierad Inkaluftare där radonet av-

lägsnas genom kraftig genomblåsning med luft. Provtogs på olika lager i luftningsbassängerna. De översta ca 5 cm tjocka ytlagret består av en blandning av sand och utfälld röd järnhydroxid. Gammastrålningen från detta lager uppmättes till $0,25 \mu\text{Sv/h}$, under detta övre lager finns ett ca 10 cm tjockt svart lager av sand och manganhydroxid vars gammastrålning är $0,50 \mu\text{Sv/h}$. De översta sand- och gruslagren i bassängerna byts ut med några års mellanrum, anledningen är att grusskikten sätts igen av järn- och manganhydroxider varvid infiltrationen hindras. Analysresultat, se tabell 2, 3 och 4 (bilaga 1).



Rävnäs Infiltrationsbassäng



Rävnäs Järnhydroxid



Rävnäs Infiltrationsbassäng

Köpings Va-verk

Vattnet hämtas från Köpingsåsen. Produktion ca 2 624 700 m³ per år. Ett prov togs på utgående vatten inne på vattenverket. Analysresultat, se tabell 2, 3 och 4 (bilaga 1).



Ett filter i genomskärning

Vattenverket Himmeta, Köpings kommun

Produktion år 2001 ca 1 700 m³ råvatten. Grävd brunn belägen intill ett större dike. Järn- och manganhalterna i vattnet räknas som mycket höga. Järn- och manganfilter (Culligan) används. Filtret innehåller 40 kg grov och 40 kg fin sand + 193 kg Cullsorb B och 30 kg Cullcite. Backspolning görs varje natt med tillsats av kaliumpermanganat för att lösa upp fällningen av manganhydroxid (150 mg till 250 l vatten). Vattnet från backspolningen rinner ut i det allmänna avloppet. Gammastrålningen från filtret är ca 0,2 µSv/h. Analysresultat, se tabell, 2, 3 och 4 (bilaga 1).



Himmeta vattenverk



Himmeta grävd brunn

Kölsta Va-verk, Köpings kommun

Produktion år 2001 ca 2 200 m³ råvatten. Borråd bergbrunn. Filtercisternen består av ett grus- och sandlager och ett järn- och manganfilter (alkalisk massa) och överst luft. Därefter får vattnet passera genom en radonavskiljare (Radonett). Filtret backspolas regelbundet. Gammastrålningen mätt utvändigt på radonavskiljaren är ca 0,5 µSv/h. Analysresultat, se tabell 2, 3 och 4 (bilaga 1).



Kölsta vattenverk

Privat borråd brunn, Hallstahammars kommun

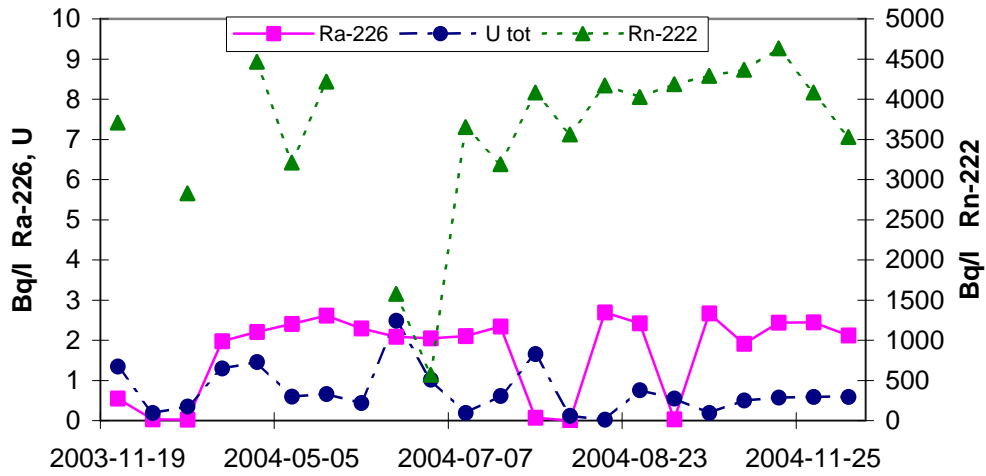
Från borrhålet går vattnet till hydroforcistern- hydropress, humusfilter och sedan genom ett järn- och manganfilter. Det fanns en kraftig utfällning av järn och mangan i avskiljningsfiltret. Gammastrålningen uppmätt på filtret är som högst 2 µSv/h. SSI och SGU har tagit en serie prover på denna brunn under 1 år, vilka har analyserats vid SGU och SSI. Analysresultat, se tabell 5 (bilaga 1).

Resultaten redovisas också i figur 2A och 2B. Av dessa framgår att halterna av uran, radium och radon varierar mellan olika provtagningar. Särskilt markant är haltvariationen för radon. Vad variationen beror på är inte utrett, men det är vanligt att kraftiga variationer förekommer i grundvatten som tas från bergakviferer. Figurerna visar också hur filtren i samverkan avlägsnar uran och radium från vattnet.



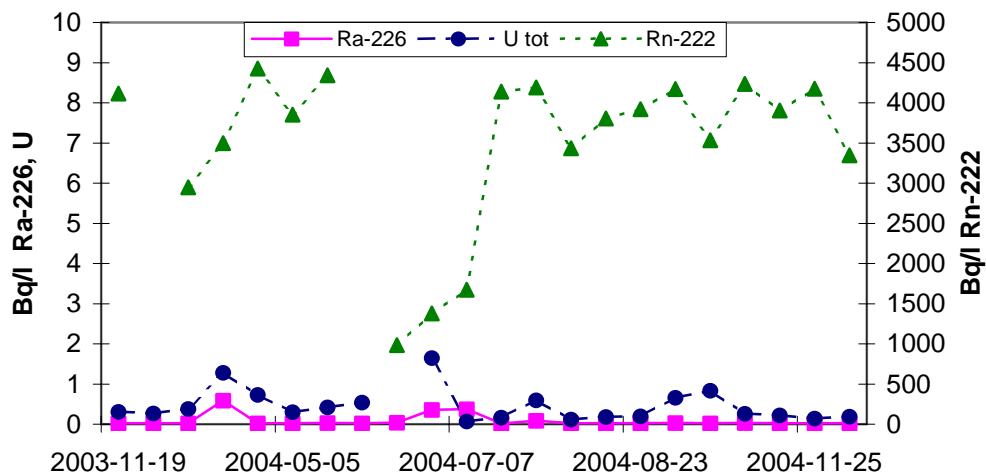
Filteranordningen i en privat bostad

Privat borrhälsbrunn före filter, prov tagna under 2003-2004



Figur 2 A

Privat borrhälsbrunn efter filter, prov tagna under 2003-2004



Figur 2 B

Variationer i halten av Rn-222, Ra-226 och U under ett års provtagning. Några provtagningar för Rn-222 i början på sommaren 2004 har troligen inte gjorts enligt instruktion.

Undersökning av kolfilter

Analys har även gjorts på material från kolfilter vid 2 ytvattenverk i Göteborg och ett grundvattenverk i Arboga.

Göteborg: Lackarebäckverket och Alelyckan sammanlagd produktion ca 62 000 000 m³/år.

Mängden kolfilter i VA-verket Lackarebäck är totalt 50 m³ = 25 ton (25 m³ i varje halva)

Mängden kolfilter i VA-verket Alelyckan är totalt 80 m³ = 40 ton (40 m³ i varje halva)

Kolfiltren byts ut efter ca 4 år, de kan regenereras och användas igen. Göteborg regenererar kolfilter åt flera vattenverk. Kolfiltren backspolas regelbundet flera gånger per vecka.

Gammastrålningen mätt på laboratoriet från 1 kg kolfilter är 0,15 – 0,25 µSv/h.

Arboga: En grundvattenreserv, med ett litet vattenuttag.

Analysresultat, se tabell 3 och 6 (bilaga 1).

Analys och analysmetoder

Vattenprover

Radon, totala alfa- och betaaktiviteten på vattenprover har analyserats med vätskescintillationsspektrometer (LSC) med låg bakgrund och med möjlighet att samtidigt separat bestämma alfa- och betaaktiviteten i provet. (Wallac Quantulus 1220)

Analys har utförts för att bestämma den totala aktiviteten av alfastrålande ämnen och den totala aktiviteten av betastrålande ämnen. En första indikation på att TID möjligen överstiger 0,1 mSv/år är att den totala alfaaktiviteten överstiger 0,1 Bq/l eller att den totala betaaktiviteten överstiger 1,0 Bq/l.

Alfa- och betastrålning förekommer när nuklider av uran, torium och deras dotternuklider sönderfaller. Ett värde på uranhalten (som består av summan av samtliga nuklider av uran) kan uppskattas från en analys av den totala alfastrålningen. Exempel på alfastrålande nuklider är uran-238, uran-234, radium-226 samt radon och radondöttrarna polonium-218, -214 och -210. Exempel på betastrålande nuklider är protactinium-234, bly-214 och bly-210.

Filtermassor och utfällningar efter backspolning

Ra-226, U-238, Th-228 och Ra-228 i filtermassor och prov på utfällningar efter backspolning har analyserats med gammaspektrometrisk metod (HPGe detektor) vid vilken spektrum tas upp med en mångkanalsanalysator.

Därvid antogs att:

Radium-228 (Ra-228) var i jämvikt med actinium-228 (Ac-228)

Uran-238 (U-238) var i jämvikt med protactinium-238 (Pa-238)

Radium-226 (Ra-226) var i jämvikt med bly-214 och vismut-214 (Pb-214, Bi-214)

Övriga element analyserade vid SGU.

Analys av metaller har utförts vid SGU med ICP-MS se tabell 4 (bilaga 1).

Sammanfattning

Utifrån de utförda undersökningarna kan vi inte se något problem med stråldos till den personal som arbetar vid de besökta vattenverken, eller att det använda filtermaterialet kan utgöra ett avfallsproblem. Detta utesluter inte att det vid andra vattenverk kan förekomma problem med såväl exponering för radon som för gammastrålning. Inte heller att filter och slam kan utgöra ett avfall som uppfyller kriterier som innebär att de utgör radioaktivt avfall vilket behöver särskild hantering och deponering.

Vi riktar ett särskilt varmt tack till berörd personal på vattenverken som hjälpt oss på ett mycket bra sätt.

Referenser

Ek, B-M.: Radioaktivitet i dricksvatten. Grundvatten 1-2 /04.

Falk R., Mjönes L., Appelblad P., Erlandsson B., Hedenberg G. och Svensson K.: Kartläggning av naturligt radioaktiva ämnen i dricksvatten. Statens strålskyddsinstitut. SSI-rapport 2004:14.

IKA-Utredningen: Radioaktivt avfall i säkra händer. Betänkande från utredningen om radioaktivt avfall från icke kärnteknisk verksamhet (IKA). Statens offentliga utredningar. SOU 2003:122.

Lindén A.: Utvärdering av radonavsiljare. Effekt på radon i dricksvatten från bergborrade brunnar. Statens strålskyddsinstitut. SSI-rapport 1997:01.

Länsstyrelsen i Västmanlands län, 2002: Grundvatten i Västmanlands län – En sammanställning av data från de större kommunala vattentäkterna. Länsstyrelsen, Västmanlands län, Miljöenheten. Rapport 2002 Nr 13.

IRPA/NSFS: Mäkeläinen I., Salonen L., Hiker P., and Arvela H, 1999: Dose from drinking water in Finland. In: Nordic Society of Radiation Protection, proceedings of the 12th ordinary meeting Sager, Denmark. 23–27. 8, 1999. (Editors Sörngaard-Hansen J and Damkjear A). IRPA/NSFS. 1999.

Salonen L., Turunen H., Mehtonen J., Mjönes L., Hagberg H., Wilken R-D. and Raff O.: Removal of radon by aeration: Testing of various aeration techniques for small water works. For European Commission under Contract No FI4PCT960054 TENAWA project. Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority. Report STUK-A193. 2002.

STUK. Annanmäki M., Turtiainen T.; Jungclas H., and Rausse Ch.: Disposal of radioactive waste arising from water treatment: Recommendations for the EC. Final report of the WP 8 of the TENAWA project. Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority. Report STUK – A175. April 2000. P 77.

SSI: Radon i vatten. Statens Strålskyddsinstitut, Boverket, Livsmedelsverket, Socialstyrelsen och Sveriges Geologiska Undersökning. SSI-information i98:03. 1998.

WHO: Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. World Health Organisation. WHO/SDE/WSH/03.04/118. 2004.

Åkerblom G., Hagberg N., Mjönes L. och Heiberg A.: Höga lufradonhalter inomhus i vattenverk. Besök vid vattenverken i Ludvika, Fredriksberg, Kolbäck och Ändesta. Statens strålskyddsinstitut. SSI-rapport 2000:14.

Östergren I., Falk R., Mjönes L., och Ek B-M.: Mätning av naturlig radioaktivitet i dricksvatten. Test av mätmetoder och resultat av en pilotundersökning. Statens strålskyddsinstitut. SSI-rapport 2003:07.

SGU:s och SSI:s data från rapport om radioaktivitet i privata brunnar. (Under bearbetning).

SSI:s rapportering till EU varje år om dricksvatten.

Bilaga 1. Tabeller 2, 3, 4, 5, och 6.

Bilaga 2. Sönderfallsserier för uran-238 och torium-232.

Bilaga 1

Tabell 2. Aktivitetskoncentrationer för Th-232, radium-226 och radium-228 (Bq/kg) i filter från grundvattenverk. Analysmetod: gammasppektrometri på filterprov.

Nuklid/Energi	Himmeta backspolning	Rävsnäs bassäng 1 0-5 cm djupt	Rävsnäs bassäng 1 5 cm från ytan	Rävsnäs bassäng 1 50-70 cm djupt	Karbenning backspolning	Karbenning avloppsdike
Ra-226 (Pb-214, Bi-214)	8	160	700	140	5,6	2300
Ra-228 (Ac-228)	0,2	83	410	80	4,5	900
Th-232	1,5	125	450	115	0,3	830

Tabell 3. Aktivitetskoncentrationer för radon, uran (U-238, U-234, U-235), radium-226 samt av total beta- och alfaaktivitet på vattenprov. Vätskescintillationsspektrometer.

Plats	Rn Bq/l	Total beta Bq/l	Total alfa Bq/l	Ra-226 Bq/l	U (U-238, U-234, U-235) Bq/l
		MDA = 0,3	MDA = 0,04	MDA = 0,02	1 Bq U/l = ca 0,03 mg U/l
Köping		1,2	1,2	<0,02	1
Rävsnäs råvatten	370	0,5	0,5	0,04	0,45
Rävsnäs innan infiltration		1	0,8	0,04	0,7
Rävsnäs utgående vatten	25	0,4	0,5	0,02	0,5
Himmeta råvatten		0,4	0,2	0,03	0,1
Himmeta utgående vatten		0,3	0,1	<0,02	0,1
Karbenning råvatten		0,6	0,6	0,2	0,4
Karbenning efter filter		0,3	0,4	0,02	0,3
Karbenning utgående		0,3	0,3	0,03	0,3
Kölsta råvatten	130				
Kölsta före radonfilter	2120				
Kölsta utgående	215	0,5	0,7	0,2	0,5
Göteborg, Alelyckan		<0,3	<0,04	<0,02	

MDA är minsta detekterbara aktivitet

Tabell 4. Analyser av metaller i vattenprov. Analysmetod ICP-MS.

Plats	Na mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Cl mg/l	K mg/l	Ca mg/l	V µg/l	Cr µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Co µg/l
Kölsta V V Råvatten Borrbrunn 85m	20,6	4,6	134,4	5	2,3	28,7	0,14	<0,3	<50	30	0,1
Kölsta V V Renvatten	21,6	4,4	138,2	5	2,3	27,3	0,10	<0,3	<50	31	0,1
Karbenning Renvatten	28,9	10,4	1,2	21	3,1	58,2	<0,1	<0,3	<50	44	0,1
Karbenning Råvatten (inkommande)	26,9	10,7	1,5	22	2,8	57,9	0,13	0,3	781	444	0,1
Karbenning Efter filter	28,8	10,4	<1	23	3,2	57,2	<0,1	<0,3	65	86	0,1
Rävnäs V V Råvatten (före)	13,9	6,8	9,9	18	2,9	24,5	0,15	<0,3	<50	13	0,1
Rävnäs V V Renvatten efter	20,3	6,8	8,4	18	2,9	24,8	0,16	<0,3	<50	11	<0,1
Köpings V V	40,1	9,0	6,0	34	5,9	37,5	0,10	<0,3	<50	65	0,1
Detektionsgräns			1			0,1	0,1	0,3	50	0,05	0,1
	Ni µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	As µg/l	Sr µg/l	Mo µg/l	Cd µg/l	Ba µg/l	Pb µg/l	Th µg/l	U µg/l
Kölsta V V Råvatten Borrbrunn 85m	0,59	2,2	15,8	5,92	138	2,0	<0,15	24	<0,1	0,32	7,4
Kölsta V V Renvatten	2,61	0,9	10,0	4,90	134	2,1	<0,15	24	<0,1	0,22	6,8
Karbenning Renvatten	0,71	12,4	7,3	<0,15	337	2,3	<0,15	32	0,20	0,11	2,6
Karbenning Råvatten (inkommande)	1,19	2,3	22,7	0,22	344	2,8	<0,15	54	0,50	0,20	2,9
Karbenning Efter filter	4,21	2,9	12,3	<0,15	338	2,6	<0,15	33	0,97	0,10	3,0
Rävnäs V V Råvatten (före)	0,75	43,7	6,4	<0,15	71	1,5	<0,15	20	<0,1	0,08	9,7
Rävnäs V V Renvatten efter	0,42	10,8	3,6	<0,15	71	1,6	<0,15	20	<0,1	0,06	9,9
Köpings V V	0,54	127,5	3,7	0,39	121	1,3	<0,15	14	<0,1	0,04	30,6
Detektionsgräns	0,2	0,15	0,3	0,15	0,2	0,05	0,15	0,2	0,1	0,01	0,05

Anm. < Under detekteringsgräns.

Tabell 5. Privat borrhållsbrunn under tiden hösten 2003 - hösten 2004.

Aktivitetskoncentrationer för radon, uran (U-238, U-234, U-235), radium-226 på vattenprov. Vätskescintillationspektrometer.

Borrhållsbrunn inne efter filter	Rn-222	Ra-226	U (U-238, U-234, U-235)
Max	4400	0,6	1,6
Min	980	0,02	0,07
Borrhållsbrunn ute före filter			
Max	4600	2,7	2,5
Min	570	0,002	0,02

Tabell 6. Aktivitetskoncentrationer för uran-238 (Pa-234), radium-228 (Ac-228), radium-226 (Bi-214, Pb-214) och torium-232 i kolfilter vid ytvattenverk i Göteborg och Arboga.

Analysmetod: gammaspktrometri på filterprov.

Filter	Kolsort	Drifttid	U-238 Bq/kg	Ra-226 Bq/kg	Ra-228 Bq/kg	Th-232 Bq/kg	Före/efter backspolning
<i>Lackarebäck</i>							
Filter 11	Cocos	58 mån	39	<6	1	1	Efter
Filter 13	Cocos	55	19	<8	1	1	Före
Filter 13	Cocos	55	17	<4	1	1	Efter
<i>Allyckan</i>							
Filter 3 (FS 400)		48	37	<8	2	2	Före
Filter 3		48	90	<20	6	5	Efter
<i>Arboga</i>							
			63	<60	17	11	

< = aktivitetskoncentrationen är lägre än den nedre detekteringsgränsen. Denna är vid den typ av gammaspktrometri som använts beroende av materialmängd mättiden och provets densitet. Därför är detektionsgränsen olika för olika prov.

Bilaga 2

Uran-238, sönderfallserie med de huvudsakliga sönderfallen.

Isotop	Halveringstid	Huvudsaklig strålning	Anmärkning
Uran-238 (U)	$4,5 * 10^9$ år	α	
Torium-234 (Th)	24,1 dygn	β	
Protaktinium-234 (Pa)	1,17 minuter	β	
Uran-234 (U)	$2,47 * 10^5$ år	α	
Torium-230 (Th)	$8,0 * 10^4$ år	α	
Radium-226 (Ra)	1 620 dygn	α	
Radon-222 (Rn)	3,823 dygn	α	Gas
Polonium-218 (Po)	3,05 minuter	α	Kortlivad radondotter
Bly-214 (Pb)	26,8 minuter	β, γ	Kortlivad radondotter
Vismut-214 (Bi)	19,7 minuter	β, γ	Kortlivad radondotter
Polonium-214 (Po)	$1,6 * 10^{-4}$ sekunder	α	Kortlivad radondotter
Bly-210 (Pb)	21,3 år	β	Långlivad radondotter
Vismut-210 (Bi)	5,01 dygn	β	Långlivad radondotter
Polonium-210 (Po)	138,4 dygn	α	Långlivad radondotter
Bly-206 (Pb)			Stabil, ej radioaktiv

Thorium-232, sönderfallsserie med de huvudsakliga sönderfallen.

Isotop	Halveringstid	Huvudsaklig strålning	Anmärkning
Torium-232 (Th)	$1,41 * 10^{10}$ år	α	
Radium-228 (Ra)	5,76 år	β	
Aktinium-228 (Ac)	6,13 h	$\beta+\gamma$	
Torium-228 (Th)	1,913 år	$\alpha+\gamma$	
Radium-224 (Ra)	3,66 d	$\alpha+\gamma$	
Radon-220 (Rn)	55 s	α	Toron gas
Polonium-216 (Po)	0,15 s	α	Torondotter
Bly-212 (Pb)	10,64 h	$\beta+\gamma$	Torondotter
Vismut-212 (Bi)	60,6 m	$\alpha+\beta+\gamma$	Torondotter
Polonium-212 (Po)	$3,4 * 10^{-7}$ s	α	Torondotter
Tallium-208 (Tl)	3,05 m	$\beta+\gamma$	Torondotter
Bly-208 (Pb)			Stabil

2005:01 Reports from SSI:s International Independent Expert Group on Electromagnetic Fields 2003 and 2004.

SSI's Independent Expert Group on
Electromagnetic Fields 190 SEK

2005:02 (SKI 2005:02) International Peer Review of Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company's SR-Can interim report

Budhi Sagar, Lucy Bailey, David G Bennett, Michael Egan,
Klaus-Jürgen Röhlrig

2005:03 (SKI 2005:06) Granskning av SKB:s SR-Can interimrapport: SKI:s och SSI:s bedömning av SKB:s uppdaterade metoder för säkerhetsanalys

Benny Sundström och Björn Dverstorp et. al.

2005:04 (SKI 2005:10) Concentrations of Uranium, Thorium and Potassium in Sweden

Bo Thunholm, Anders H. Lindén
och Bosse Gustafsson 130 SEK

2005:05 (SKI 2005:32) Säkerhets- och strålskydds-läget vid de svenska kärnkraftverken 2004

SKI och SSI

2005:06 Percutan coronar intervention PCI – en strålskyddsutredning av verksamheten på landets sjukhus

Avdelningen för patient- och personalstrålskydd
Anja Almén, Torsten Cederlund och Britta Zaar 70 SEK

2005:07 Kommentarer och vägledning till föreskrifter och allmänna råd om hantering av aska som är kontaminerad med cesium-137

Avdelningen för beredskap och miljöövervakning
Hans Möre och Lynn Marie Hubbard 80 SEK

2005:08 Large-scale groundwater flow with free water surface based on data from SKB's site investigation in the Forsmark area.

SKI och SSI
Anders Wörman, Björn Sjögren och Lars Marklund

2005:09 Twelve years of cooperation in the field of radiation protection

SSI Internationellt Utvecklingssamarbete, SIUS
Sten Grapengiesser och Torkel Bennerstedt 120 SEK

2005:10 Rapporter från SSI:s vetenskapliga råd om ultraviolett strålning, 2002, 2003 och 2004

Avdelningen för beredskap och miljöövervakning
SSI:s vetenskapliga råd om ultraviolett strålning 250 SEK

2005:11 SSI:s granskning av SKB:s Fud-program 2004

Avdelningen för avfall och miljö
Carl-Magnus Larsson et al. 170 SEK

2005:12 Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2004

Avdelningen för patient- och personalstrålskydd
Stig Erixon, Peter Hofvander, Ingemar Lund, Lars Malmqvist, Ingela Thimgren och Hanna Ölander Gür 70 SEK

2005:13 Review of SKB's interim report of SR-Can: SKI's and SSI's evaluation of SKB's up-dated methodology for safety assessment

Avdelningen för avfall och miljö
Björn Dverstorp och Bo Strömberg et al. 120 SEK

2005:14 Mätningar av naturlig radioaktivitet i och från filter vid några vattenverk

Avdelningen för beredskap och miljöövervakning
Inger Östergren, Gustav Åkerblom
och Britt-Marie Ek 70 SEK



STATENS STRÅLSKYDDSinSTITUT, SSI, är central tillsynsmyndighet på strålskyddsområdet. Myndighetens verksamhetsidé är att verka för ett gott strålskydd för människor och miljö nu och i framtiden.

SSI är ansvarig myndighet för det av riksdagen beslutade miljömålet *Säker strålmiljö*.

SSI sätter gränser för stråldoser till allmänheten och för dem som arbetar med strålning, utfärdar föreskrifter och kontrollerar att de efterlevs. Myndigheten inspekterar, informerar, utbildar och ger råd för att öka kunskaperna om strålning. SSI bedriver också egen forskning och stöder forskning vid universitet och högskolor.

SSI håller beredskap dygnet runt mot olyckor med strålning. En tidig varning om olyckor fås genom svenska och utländska mätstationer och genom internationella varnings- och informationssystem.

SSI medverkar i det internationella strålskyddssamarbetet och bidrar därigenom till förbättringar av strålskyddet i främst Baltikum och Ryssland.

Myndigheten har idag ca 110 anställda och är belägen i Stockholm.

THE SWEDISH RADIATION PROTECTION AUTHORITY, SSI, is the government regulatory authority for radiation protection. Its task is to secure good radiation protection for people and the environment both today and in the future.

The Swedish parliament has appointed SSI to be in charge of the implementation of its environmental quality objective *Säker strålmiljö* ("A Safe Radiation Environment").

SSI sets radiation dose limits for the public and for workers exposed to radiation and regulates many other matters dealing with radiation. Compliance with regulations is ensured through inspections.

SSI also provides information, education, advice, carries out its own research and administers external research projects.

SSI maintains an around-the-clock preparedness for radiation accidents. Early warning is provided by Swedish and foreign monitoring stations and by international alarm and information systems.

The Authority collaborates with many national and international radiation protection endeavours. It actively supports the on-going improvements of radiation protection in Estonia, Latvia, Lithuania, and Russia.

SSI has about 110 employees and is located in Stockholm.



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Authority

Adress: Statens strålskyddsinstitut; S-171 16 Stockholm

Besöksadress: Solna strandväg 96

Telefon: 08-729 71 00, Fax: 08-729 71 08

Address: Swedish Radiation Protection Authority

SE-171 16 Stockholm; Sweden

Visiting address: Solna strandväg 96

Telephone: + 46 8-729 71 00, Fax: + 46 8-729 71 08

www.ssi.se

