



SSI Rapport

SSI report

2002:21 JOHANNA SANDWALL

*Utsläpps- och omgivningskontroll
vid de kärntekniska anläggningarna*

2001



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Authority

FÖRFATTARE/ AUTHOR: Johanna Sandwall

AVDELNING/ DIVISION: Avdelningen för avfall och miljö/Department of Waste Management and Environmental Protection.

TITEL/TITLE: Utsläpps- och omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna 2001/Radioactive discharges and environmental monitoring at the Swedish nuclear facilities 2001.

SAMMANFATTNING: Rapporten innehåller en utvärdering av de kärntekniska anläggningarnas utsläpps- och omgivningskontroll. Dessutom finns SSI:s kontrollmätningar av stickprover med som en kvalitetskontroll av verksamheten.

De doser som utsläppen orsakar har under 2001 legat lägre än SSI:s begränsningsmål. Utsläppen till luft domineras av ädelgaser som inte ger upphov till markbeläggning vilket visar sig i att de omgivningsprover som tas i landmiljön mer sällan visar halter av radionuklider. Utsläppen till vatten domineras av tritium och kobolt-60 varav den senare kan räknas som en markör för kärnkraftsanläggningarna. Halterna av radionuklider i omgivningen varierar mycket men är högst i vattenmiljön. De allra högsta halterna finner man i sedimentprover tagna nära utsläppspunkten. Däremot ser man ingen långsiktig trend vare sig till ökande eller minskande halter.

Kvalitetskontrollen visade förväntad överensstämmelse mellan SSI och de kärntekniska anläggningarna.

SUMMARY: This report contains an evaluation of the discharge and environmental programme for the Swedish nuclear facilities. It also contains the work on quality control performed by SSI. This is done as random sampling of discharge water and environmental samples.

SSI rapport : 2002:21

november 2002

ISSN 0282-4434

Författarna svarar själva för innehållet i rapporten.

The conclusions and viewpoints presented in the report are those of the author and do not necessarily coincide with those of the SSI.



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Authority

Förord

Denna rapport är en sammanställning och utvärdering av utsläpps- och omgivnings-kontrollen år 2001 som utförts vid de kärntekniska anläggningarna.

Syftet med rapporten är att bedöma anläggningarnas arbete inom området, visa de stråldoser till människan som utsläppen av radioaktiva ämnen gett upphov till, beskriva tillståndet i miljön runt anläggningarna och redovisa trender över anläggningarnas utsläpp.

Maria Lüning och Heléne Wijk har bistått med förarbete och underlag till rapporten. SSI:s kontrollmätningar är gjorda av Anita Bondesson och Lena Wallberg.

SSI november 2002.

Johanna Sandwall

Utsläpps- och omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna 2001

1	Sammanfattning	3
1.1	Radionuklider i utsläppen.....	3
1.2	Radionuklider i miljöprover	4
1.3	SSI:S kontrollmätningar	4
1.4	Slutsats	4
2	Inledning	5
3	Utsläpp från de kärntekniska anläggningarna	6
3.1	Allmänt.....	6
3.2	Utsläpp presenterade som stråldoser	7
3.3	Dominerande radionuklider i utsläppen	9
3.4	Utsläppen visade som normutsläpp.....	13
4	Omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna.....	19
4.1	Bakgrund	19
4.2	Kontrollprogrammets utformning	19
4.3	Allmänt om omgivningsprover	20
4.4	Barsebäck	21
4.5	Forsmark	25
4.6	Oskarshamn.....	27
4.7	Ringhals.....	29
4.8	Studsvik.....	31
4.9	Westinghouse Atom AB.....	33
5	SSI:s kontrollmätningar.....	34
5.1	Stickprovskontroll av anläggningarnas utsläpp till omgivningen	34
5.2	Interkalibrering.....	35
6	Referenser	36
6.1	Litteraturreferenser.....	36
6.2	Regelverk	36
	Bilaga A Kärntekniska anläggningar	37
	Bilaga B Drift under år 2001.....	39
	Bilaga C Utsläpp av nuklider redovisade i aktivitet (Bq).....	40
	Bilaga D Ingående provslag i omgivningskontrollprogrammet	49
	Bilaga E Analysresultat av omgivningsprov från år 2001	52
	Bilaga F Resultat från SSI:s kontrollmätningar	62
	Bilaga G Utsläppen redovisade som globala kollektivdoser och kollektivdosindex.....	70
	Bilaga H Kartor	71
	Ordlista.....	72

Utsläpps- och omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna 2001

1 Sammanfattning

SSI:s utsläpfsföreskrifter (SSI FS 1991:5) anger att de kärntekniska anläggningarna ska kontrollera de radioaktiva utsläppen och förekomsten av radioaktiva ämnen i närområdet, dessa föreskrifter har ersatts av SSI FS 2000:12, vilka dock gäller först från och med utsläppsåret 2002. Utsläppen till luft och vatten kontrolleras genom mätningar i skorsten och utsläppsvatten. Omgivningskontrollen omfattar både ett grundprogram, som genomförs på i stort sett identiskt sätt varje år, och ett intensivprogram som genomförs vart fjärde år vid respektive anläggning. SSI ansvarar för utformandet av kontrollprogrammen, gör stickprovskontroller, inspekterar anläggningarna och gör en utvärdering av resultaten.

1.1 RADIONUKLIDER I UTSLÄPPEN

Under 2001 låg utsläppen från samtliga kärntekniska anläggningar långt under det av SSI uppsatta begränsningsmålet, dvs. årsdosen till individer inom den s.k. kritiska gruppen var lägre än 0,1 mSv. För samtliga anläggningar utom Ringhals låg utsläppen under 1 % av denna begränsningsnivå. Utsläppen från Ringhals låg under år 2001 på 6,9 % av begränsningsnivån vilket är en marginell minskning i förhållande till år 2000 (7,0 %).

Kollektivdosen till följd av utsläpp från kärnkraftverken låg under år 2001 i snitt i närheten av det av SSI fastställda referensvärdet 5 manSv per GW installerad elektrisk effekt och år. Det helt dominerande bidraget till kollektivdosen kommer från kol-14 men kol-14 och tritiumutsläpp till luft mäts inte utan beräknas enligt schablon. Kol-14 diskuteras inte närmare i denna rapport.

De dominerade radionukliderna i luftutsläppen är ädelgaser. Ökande utsläpp av ädelgaser och halogener är tecken på bränsleskada vilket har varit fallet för Forsmark 1 och 3 samt Oskarshamn 1 och 3.

I vattenutsläppen dominerar tritium men utsläppen av denna nuklid är svåra att påverka. Övriga nuklider av intresse är kobolt-60 och strontium-90. Både utsläppen av kobolt-60 och strontium-90 har visat en neråtgående trend.

Arbete med att införa de nya utsläpfsföreskrifterna som trädde i kraft 1 januari 2002 har aktualiserat arbete med att minska utsläppen vilket gett resultat vid de flesta anläggningarna med undantag för då bränsleskador inträffat. I de fallen har man dock stoppat driften i ett tidigt skede och bytt skadat bränsle.

1.2 RADIONUKLIDER I MILJÖPROVER

Omgivningskontrollen runt de kärntekniska anläggningarna visar att utsläppen ger mätbara halter av vissa radionuklider i prov främst från den marina närmiljön. Av de prov som ingår i kontrollprogrammen är det de s.k. påväxtproverna som har visar de högsta koncentrationerna och den största diversiteten av radionuklider.

Sedimentprover och blåstång ger information om utsläppens storlek i ett längre tidsperspektiv och om storleken på det område där utsläppen kan detekteras. Sedimentationsprocessen skiljer sig i olika områden beroende på strömhastighet och djup. Olika nuklidens benägenhet att ansamlas i sediment beror dessutom på om de är bundna till partiklar eller lösta i vattnet. Alla ovanstående osäkerhetsfaktorer gör att samband mellan utsläpp och halt i omgivningen kan vara svåra att fastställa. Trots det visar resultaten det spridningsområde där utsläppen kan detekteras.

Utsläppen till luft domineras av ädelgaser som inte ger markbeläggning, och därför uppmäts vanligen mycket låga halter av radioaktiva ämnen i de terrestra proverna. Undantag gäller för området runt Forsmark där Tjernobylnedfallet (cesium-137) fortfarande kan mätas i ormbunkar, mossor och lavar. Radionuklider i prover tagna i landmiljön som kan hänföras till utsläppen förekommer mer sällan och då vanligtvis i mossor, lavar och ormbunkar.

Långsiktiga förändringar av halter av radionuklider i miljön syns bäst i sedimentprover och prov på relativt långlivade alger som t.ex. blåstång. Den här typen av prov ger en tämligen god tidsintegral och därmed suddas en del av de säsongbundna variationerna ut. Kobolt-60, som är en markör för anläggningarnas utsläpp, visar oregelbundna halter i miljön under perioden 1983 till 2001 men inte någon långsiktig trend vare sig till ökande eller minskande halter.

1.3 SSI:S KONTROLLMÄTNINGAR

Ansvaret för kontrollen av utsläpp av radioaktiva ämnen och halterna i miljön ligger på anläggningarna. För att följa upp och kontrollera anläggningarnas mätningar utför SSI egna mätningar på stickprov av anläggningarnas vatten- och luftutsläpp samt av omgivningsprover. Dessutom genomförs interkalibreringar för att få en uppfattning om kvaliteten på de mät- och utvärderingsrutiner som används vid kraftverken och Studsvik AB.

Den kvalitetskontroll av de kärntekniska anläggningarnas laboratorier som SSI genomförde under 2001 omfattade

- kontrollmätningar av 4 utvalda månadsprov (mars, juni, september och december) per utsläppsväg samt årsprov av utsläpp till vattenrecipienten.
- kontrollmätningar (stickprov) av förekomsten av radioaktiva ämnen i anläggningarnas omgivning. Detta år mättes mossor, fisk, sediment, tång och strandgräs.

Kontrollmätningarna av vatten och jämförelser med anläggningarnas egna mätningar gav tillfredställande resultat. De avvikelser som finns ligger inom felmarginalerna.

Kontrollmätningar av omgivningsprover, dubbelprover, visar något större spridning men det är också vad man kan vänta sig då proverna som mäts inte är identiska. I några fall har även skilda datum för omgivningsprov skickade till SSI och till anläggningarna förekommit. I de flesta fall rör detta sig om prover som är tagna under ett intervall men som givits olika datum.

1.4 SLUTSATS

För år 2001 har SSI inte sett några förändringar i vare sig utsläppen av radioaktiva ämnen eller av deras förekomst i miljön. Stråldosen till människa är i stort sätt oförändrad, dvs. under 1% av begränsningsmålet 0,1 mSv för alla anläggningar utom Ringhals (6,9%). De kontrollmätningar som SSI gjort visar god överensstämmelse med anläggningarnas mätningar.

2 Inledning

SSI:s krav på utsläpps- och omgivningskontroll vid kärnkraftverken återfinns i ”Statens strålskyddsinstituts föreskrifter om begränsning av utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftstationer” (SSI FS 1991:5 med ändringar i SSI FS 1997:1 och SSI FS 1997:2). Separata bestämmelser har utfärdats för anläggningarna i Studsvik (särskilda föreskrifter om begränsning av utsläpp av radioaktiva ämnen från Studsviksanläggningen, SSI Dnr 826/742/93), och för Westinghouse Atom AB i Västerås (nya föreskrifter avseende utsläpp av radioaktiva ämnen från bränslefabriken i Västerås, SSI Dnr 831/741/93). För omgivningskontrollen ges detaljerade anvisningar i de program som SSI fastlagt för respektive anläggning. Utsläpps- och omgivningskontrollen sker sedan genom anläggningarnas försorg. Utsläppen till luft kontrolleras genom nuklidspecifika mätningar på utsläppsluften, samt genom mätningar av jod- och partikelfilter som suttit i skorstenen och byts varje vecka. Utsläppen till vatten kontrolleras genom att prov tas vid varje utsläppstillfälle.

Omgivningsprovtagningen vid anläggningarna sker i allmänhet av kontrakterade provtagare, i de flesta fall genom avtal mellan anläggningarna och Fiskeriverket. Proverna analyseras av anläggningarna själva eller av kontrakterade laboratorier. Alla anläggningar rapporterar analysresultaten till SSI som granskar och sammanställer resultaten.

SSI genomför stickprovsmätningar för att kontrollera anläggningarnas mätningar. SSI genomför också kvalitetskontroller av anläggningarnas laboratorier genom inspektioner och interkalibreringar¹.

SSI rapporterar data från utsläpps- och omgivningskontrollen till olika internationella organ. Inom HELCOM (Helsingforskonventionen om skydd av Östersjöområdets marina miljö) rapporteras data till MORS-gruppen (Monitoring of Radioactive Substances in the Baltic Sea). Detta gäller både utsläppsdata samt vissa data från omgivningskontrollen. Utsläppsdata rapporteras till EU enligt Euratomfördragets artikel nr 37. Utsläppsdata från Barsebäck och Ringhals rapporteras till OSPAR (Oslo/Paris konventionen för skydd av den marina miljön i Nordostatlanten). Utsläppsdata rapporteras också till FN:s vetenskapliga strålningskommitté, UNSCEAR.

Rapportens huvudavsnitt behandlar utsläpp (kapitel 3), omgivningskontroll (kapitel 4) och SSI:s kontrollmätningar (kapitel 5). Data från provtagningarna är samlade i bilagor.

Under 2001 har arbetet med att implementera de nya utsläppsföreskrifterna (SSI FS 2000:12), som trädde i kraft den första januari 2002, i huvudsak avslutats. Ett antal tidsbegränsade dispenser har beviljats vad gäller kravet på att mäta luftutsläpp av kol-14 och tritium, nya krav jämfört med de hittills gällande föreskrifterna. I juni 2001 godkände SSI de nya referensutsläppsfaktorerna, med undantag av kol-14 och tritium utsläpp till luft, för omräkning av utsläppt aktivitet till stråldos, som tagits fram av Studsvik Eco Safe på anläggningarnas uppdrag.

¹ En utvärdering av de mätrutiner som används vid anläggningarnas laboratorier.

3 Utsläpp från de kärntekniska anläggningarna

3.1 ALLMÄNT

I SSI:s föreskrifter om utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftstationer anges att utsläppen ska redovisas i form av normutsläpp och kollektivdosekvivalentindex (i fortsättningen kollektivdosindex). Ett normutsläpp kallas det utsläpp som om det vore jämnt fördelat under året skulle ge stråldosen 0,1 millisievert (mSv) till individer inom kritisk grupp. Normutsläppet skall räknas från alla utsläppsvägar och för samtliga detekterade radionuklider.

Den kritiska gruppen är en grupp av personer som beräkningsmässigt erhåller de högsta stråldoserna från respektive anläggning. Den kritiska gruppen antas bo inom det mest belastade området vad gäller externstrålning och ta det mesta av sina livsmedel av det som produceras i området. Den kritiska gruppen behöver inte vara en existerande grupp personer utan kan vara en tänkt grupp av personer. Vid beräkningen av doser har man inte tagit hänsyn till extrema levnadsvanor (t.ex. ensidig kost) utan till normala förhållanden. Som riktvärde för utsläppen av radioaktiva ämnen från kärnkraftverken gäller att dosen till kritisk grupp inte ska överskrida 0,1 mSv, vilket innebär att utsläppen inte får överskrida ett normutsläpp.

Kollektivdosindex är förhållandet mellan den verkliga kollektivdosen från ett års utsläpp och kollektivdosen från det utsläpp som förorsakar kollektivdosen 5 mSv för varje gigawatt installerad effekt. Avsikten med att begränsa kollektivdosen är att inte summan av små dosbidrag från många olika utsläppskällor ska överskrida dosgränsen för individer, även i en avlägsen framtid. Ingen individ ska därvid utsättas för högre stråldoser från kärnkraft än 0,1 mSv per år.

Vid tidpunkten för fastställande av begränsningsvärde för kollektivdosen antog man en kraftig utbyggnad av kärnkraften i hela världen, t.ex. att elproduktionen via kärnkraft skulle bli ca 10 kW per individ och år. Det har dock visat sig att utbyggnaden skett i en betydligt mindre omfattning än vad som antogs från början. Med den tänkta energiproduktionen skulle de nu kända urantillgångarna räcka ca 500 år. Därför används denna tidsperiod vid beräkningar av kollektivdoser.

För anläggningarna i Studsvik och för Westinghouse Atom AB gäller speciellt anpassade föreskrifter med motsvarande krav som för kärnkraftverken.

Doser till kritisk grupp och kollektivdoser beräknas med hjälp av olika modeller som är godkända av SSI. Osäkerheten i de beräknade doserna kan vara stor. Det beror dels på naturliga variationer i kosthållning och levnadsvanor hos befolkningen dels på ofullständiga kunskaper om hur olika radioaktiva ämnen transporteras i naturen. Forskning bedrivs både i Sverige och internationellt för att öka noggrannheten i dosberäkningarna.

Många av de radioaktiva ämnen som släpps ut avklingar snabbt, dvs. har kort halveringstid. Olika ämnen har också olika biologisk effekt beroende på typ av strålning och på varierande känslighet hos olika kroppsorgan. Slutligen har olika ämnen, beroende på deras fysikaliska och kemiska egenskaper, olika spridnings sätt. Utsläppen av olika ämnen angivna i Bq kan därför inte på ett enkelt sätt summeras för att ge underlag för bedömning av utsläppens påverkan på biologiska system eller hälsoeffekter. Vissa radionuklider kommer dock att lyftas fram i rapporten för att beskriva vad som dominerar i utsläppen. Dessa nuklider behöver dock inte vara relaterade till dos till människa men beskriver vad som kommer ut i miljön. Från och med 1 januari, 2002 gäller nya utsläppsföreskrifter för kärntekniska anläggningar. I dessa kommer halterna av de i utsläppen ingående radionukliderna att få en större betydelse på grund av de ökade kraven på att ta hänsyn till skyddet av miljön.

3.2 UTSLÄPP PRESENTERADE SOM STRÅLDOSE

De uppmätta utsläppen av radioaktiva ämnen till luft och vatten från kärnkraftverken, Studsvik och Westinghouse Atom AB redovisas i Bilaga C². Utsläppt aktivitet anges i becquerel per år, Bq/år.

För att bedöma utsläppens effekt, uttryckt som stråldos till individer i kritisk grupp, används s.k. referensutsläppsfaktorer för enskilda radionuklider. Dessa faktorer tar hänsyn till hur radionukliderna sprids i miljön och till levnadsvanor och födovänor hos den kritiska gruppen, samt den biologiska verkan av olika radionuklider. På så vis kan dosbidraget, mätt i enheten sievert (Sv), från enskilda radionuklider beräknas. Dosbidragen för de enskilda ämnena kan sedan summeras och ge den totala stråldosen till människa. Tabell 1 anger årliga doser till kritisk grupp beräknade utifrån utsläpp mätta under år 2001 vid respektive anläggning, uppdelade på utsläpp till luft och vatten. Bidraget från utsläpp av kol-14 baseras enbart på beräkningar, eftersom denna radionuklid inte mäts (mätningar har påbörjats under år 2002).

Tabell 1 Beräknade årliga doser till kritisk grupp förorsakade av utsläpp från kärnkraftverken, Studsvik och Westinghouse Atom AB under år 2001 angivet i millisievert (mSv).

	Barsebäck	Forsmark	Oskarshamn	Ringhals	Studsvik	Westinghouse Atom AB
2001						
Utsläpp						
Luft	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$5,1 \cdot 10^{-6}$
Vatten	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-6}$	$5,1 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$
Beräknad						
C-14	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-3}$	-	-
Total dos	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$6,9 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$

Den totala dosen för respektive anläggning ska jämföras med den årliga begränsningsnivån på 0,1 millisievert (mSv) ($1,0 \cdot 10^{-1}$ mSv/år) till individer inom kritisk grupp, dvs. ett normutsläpp (NU). Utsläppen till luft och till vatten, beräknade utsläpp av kol-14, samt totalt utsläpp redovisas i Tabell 2 som andelar av ett normutsläpp.

Det framgår av Tabell 2 att utsläppen från samtliga anläggningar legat under - i de flesta fall betydligt under - begränsningsmålet 1 normutsläpp. Utsläppen från Ringhals för 2001 (0,069 NU) ligger högre än de som redovisats från de andra anläggningarna. Detta är väsentligen en följd av utsläppen av kol-14 och beror på den relativt låga utsläppshöjden vid verkets tre tryckvattenreaktorer.

² Utsläpp resulterande från verksamheten vid CLAB (Centralt Lager för Använt Bränsle) är medtagna i tabeller för Oskarshamnsverket. På motsvarande sätt är utsläpp från SFR (Slutförvar För Radioaktivt driftavfall) med i tabeller för Forsmarksverket.

Tabell 2 Utsläpp under år 2001 från Barsebäck, Forsmark, Oskarshamn, Ringhals, Studsvik och Westinghouse Atom AB redovisade som delar av normutsläpp³.

Barsebäck	2001	Forsmark	2001
Luftutsläpp		Luftutsläpp	
Block 1	$6,8 \times 10^{-6}$	Block 1	$2,4 \times 10^{-5}$
Block 2	$1,1 \times 10^{-4}$	Block 2	$7,9 \times 10^{-6}$
C-14	$2,8 \times 10^{-3}$	Block 3	$3,8 \times 10^{-6}$
Vattenutsläpp		SFR	0
Block 1 + 2	$1,6 \times 10^{-3}$	C-14	$3,6 \times 10^{-3}$
		Vattenutsläpp	
		Block 1 + 2	$5,4 \times 10^{-5}$
		Block 3	$9,9 \times 10^{-7}$
		SFR	$6,8 \times 10^{-9}$
Totalt	$4,6 \times 10^{-3}$	Totalt	$3,7 \times 10^{-3}$
Oskarshamn	2001	Ringhals	2001
Luftutsläpp		Luftutsläpp	
Block 1	$7,7 \times 10^{-4}$	Block 1	$1,6 \times 10^{-3}$
Block 2	$7,4 \times 10^{-4}$	Block 2	$1,9 \times 10^{-5}$
Block 3	$1,3 \times 10^{-6}$	Block 3	$2,1 \times 10^{-5}$
CLAB	$1,2 \times 10^{-5}$	Block 4	$1,5 \times 10^{-4}$
C-14	$2,9 \times 10^{-3}$	C-14	$6,7 \times 10^{-2}$
Vattenutsläpp		Vattenutsläpp	
Block 1 + 2	$4,5 \times 10^{-4}$	Block 1	$2,7 \times 10^{-4}$
Block 3	$4,4 \times 10^{-5}$	Block 2	$1,3 \times 10^{-4}$
CLAB	$1,4 \times 10^{-5}$	Block 3	$1,1 \times 10^{-4}$
		Block 4	$4,7 \times 10^{-5}$
Totalt	$4,9 \times 10^{-3}$	Totalt	$6,9 \times 10^{-2}$
Studsvik	2001	Westinghouse Atom AB	2001
Luftutsläpp		Luftutsläpp	
Central lab.	$2,8 \times 10^{-5}$	Konvertering	$4,4 \times 10^{-5}$
Hot cell lab.	$3,5 \times 10^{-6}$	Kutsverkstad	$5,4 \times 10^{-6}$
Förbrännings anläggning	$8,2 \times 10^{-7}$	BA- verkstad (Burnable Absorber)	$1,0 \times 10^{-6}$
Smältanläggning	$3,6 \times 10^{-7}$	Övrigt	$3,0 \times 10^{-7}$
Behandlingsanläggning	$1,0 \times 10^{-6}$	FSC (Fuel Service Center)	$1,8 \times 10^{-9}$
R2 reaktorn	$1,3 \times 10^{-4}$	TRYM ⁴	$2,5 \times 10^{-9}$
Aktiva kemilaboratoriet	$2,0 \times 10^{-7}$	Vattenutsläpp	
Vattenutsläpp		Minikalktorn	$3,9 \times 10^{-5}$
Bergösundet K4	$1,4 \times 10^{-3}$	Vattenrening	$1,6 \times 10^{-4}$
Tvären K5	$3,7 \times 10^{-6}$	Neutralisering	$1,1 \times 10^{-5}$
Tvären K6	$3,1 \times 10^{-5}$	FSC	$1,9 \times 10^{-8}$
		TRYM	$6,0 \times 10^{-9}$
Totalt	$1,6 \times 10^{-3}$	Totalt	$2,0 \times 10^{-4}$

³ Ett normutsläpp motsvarar en stråldos av högst 0,1 millisievert (0,1 mSv) till en individ i den "kritiska gruppen"

⁴ Enhetsbeteckning för den enhet där t.ex. ventiler från kärnkraftverken testas

3.3 DOMINERANDE RADIONUKLIDER I UTSLÄPPEN

Nedan beskrivs utsläppen av de dominerande nukliderna från de olika utsläppsvägarna. Observera att Westinghouse Atom AB har en helt annan utsläppsbild varför resonemanget rörande tritium, kobolt-60, strontium-90 och ädelgaser inte berör den anläggningen.

3.3.1 Luftutsläpp

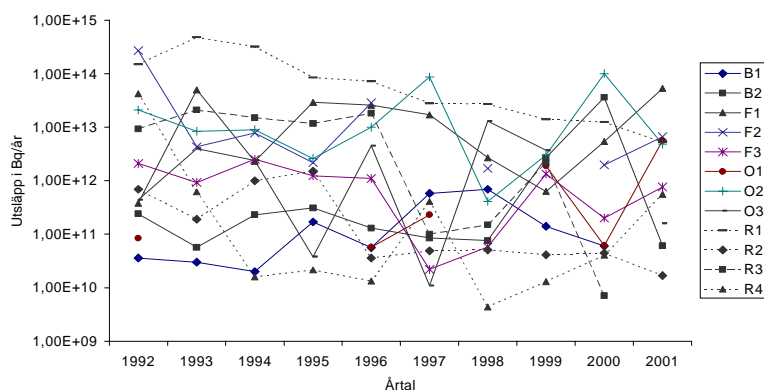
Luftutsläppens storlek beror på en rad faktorer. De viktigaste är:

- Fördröjningstiden i avgassystemet
- Eventuella bränsleskador
- Reaktorkemin

De uppmätta nuklider som dominerar i luftutsläppen är ädelgaserna och då speciellt xenon-135, xenon-133 och xenon-138 och utsläppen av dessa ligger i storleksordningen $10^{10} - 10^{14}$ Bq/år. Vid Ringhals 3 och 4 dominerar dock argon-41 under 2001 ($6,38E+10$ Bq resp. $4,63E+11$ Bq). Bland övriga nuklider som ofta förekommer i luftutsläppen kan nämnas aerosolen kobolt-60 och halogener som jod-131 och jod-133. Förhöjning av ädelgas- och halogenutsläpp är en indikation på bränsleskada. Tritium i luftutsläppen mäts ännu inte men krav på detta kommer med de nya föreskrifterna från och med 2002. (Se bilaga C)

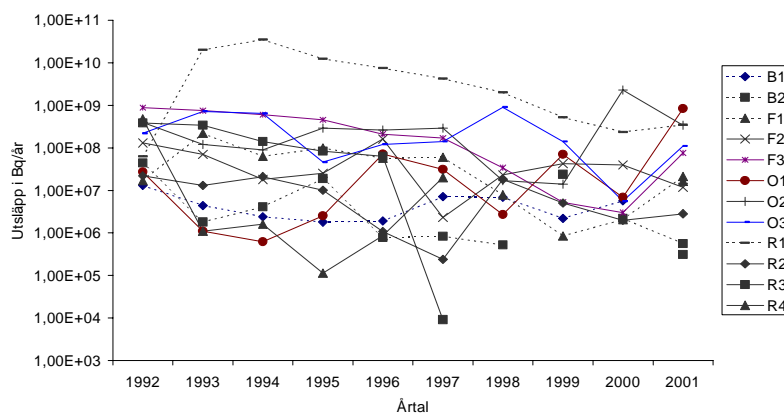
Figurerna 1-2 visar utsläppen av xenon-133 och jod-131 för åren 1992-2001 från alla kärnkraftverkens utsläppsvägar till luft.

Figur 1. Xe-133 i luftutsläpp från kärnkraftverken



I båda figurerna syns R1:s bränsleskador från 1992-1994 tydligt. Under år 2001 har även F1 och O1 fått bränsleskador vilket åskådliggörs i xenon-133-utsläppet.

Figur 2. I-131 i luftutsläpp från kärnkraftverken



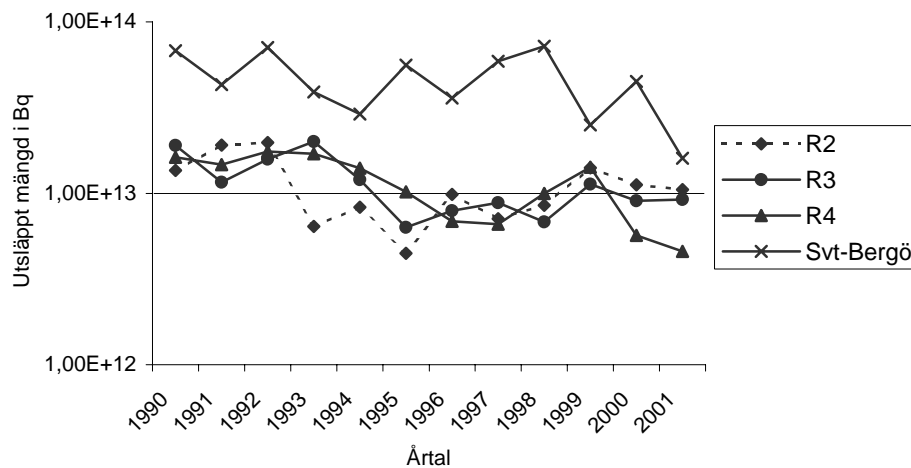
3.3.2 Vattenutsläpp

Vattenutsläppens storlek påverkas bland annat av:

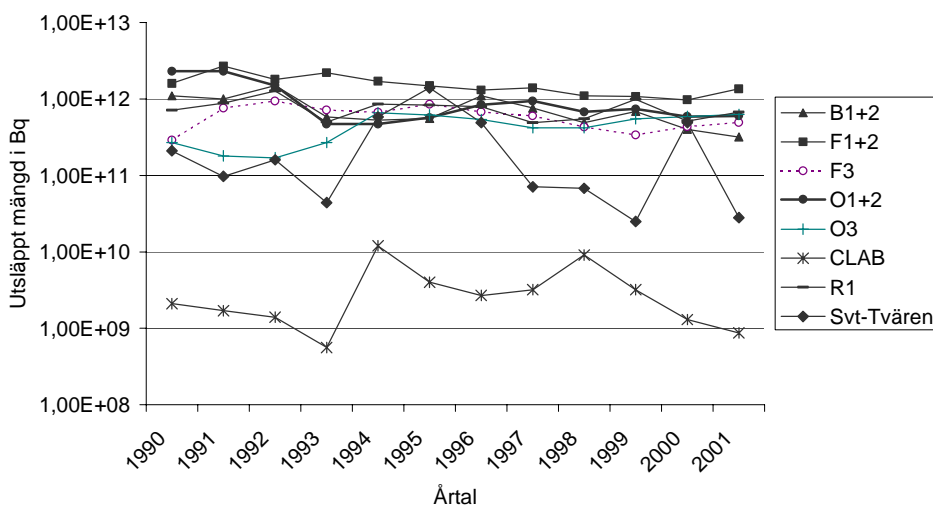
- mängden vatten som används,
- hur avancerade reningssystem som används, dvs. om t.ex. indunstare, centrifug mm finns och används
- kvaliteten på reningssystemens komponenter dvs. effektivitet hos jonbytare/kolkolonner, hanteringsrutiner mm

I vattenutsläppen är tritium alltid dominerande vid alla anläggningar och varierar under år 2001 mellan $8,70 \text{ E}+08 \text{ Bq}$ vid CLAB till $1,60 \text{ E}+13 \text{ Bq}$ vid Studsvik (Se Bilaga C). Figur 3-4 visar variationer i utsläppen av tritium under åren 1990-2001. Det visar sig också att utsläppen från PWR och Studsviks utsläppskanal Bergösundet har klart högre värden än övriga reaktorer samt Studsvik-Tvären. Tritiumutsläppen är mycket svåra att påverka eftersom de sker i form av vatten och halveringstiden för tritium är förhållandevis lång (12,3 år) jämfört med uppehållstiden för vatten i anläggningarna.

Figur 3. H-3 i vattenutsläpp från Ringhals 2-4 samt Studsvik-Bergösundet



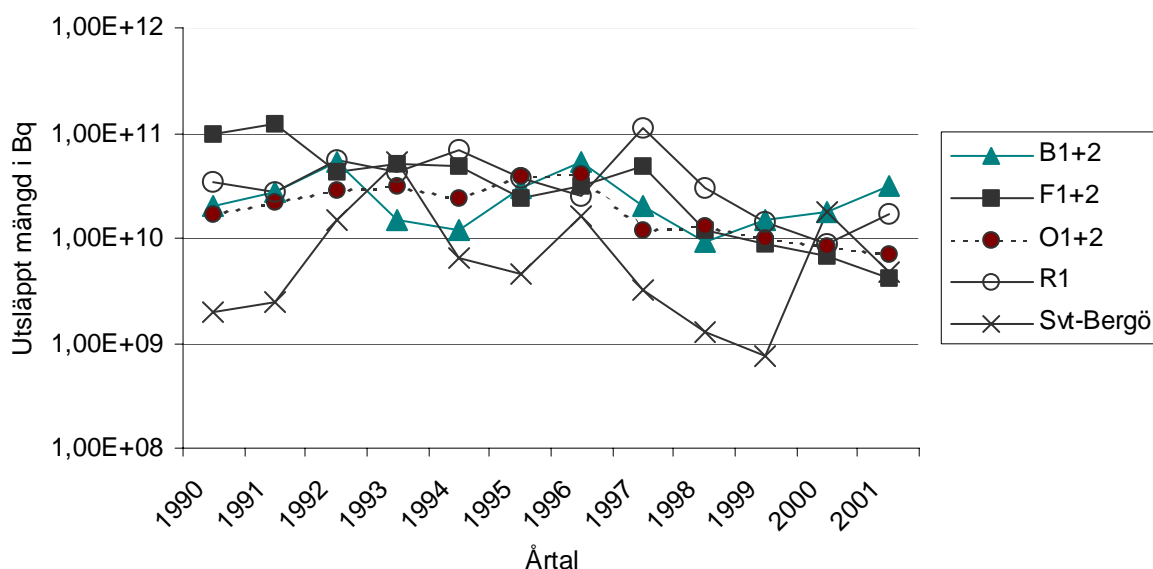
Figur 4. H-3 i BWR-reaktorerna samt Studsvik-Tvären



3.3.3 Kobolt-60 i vattenutsläpp

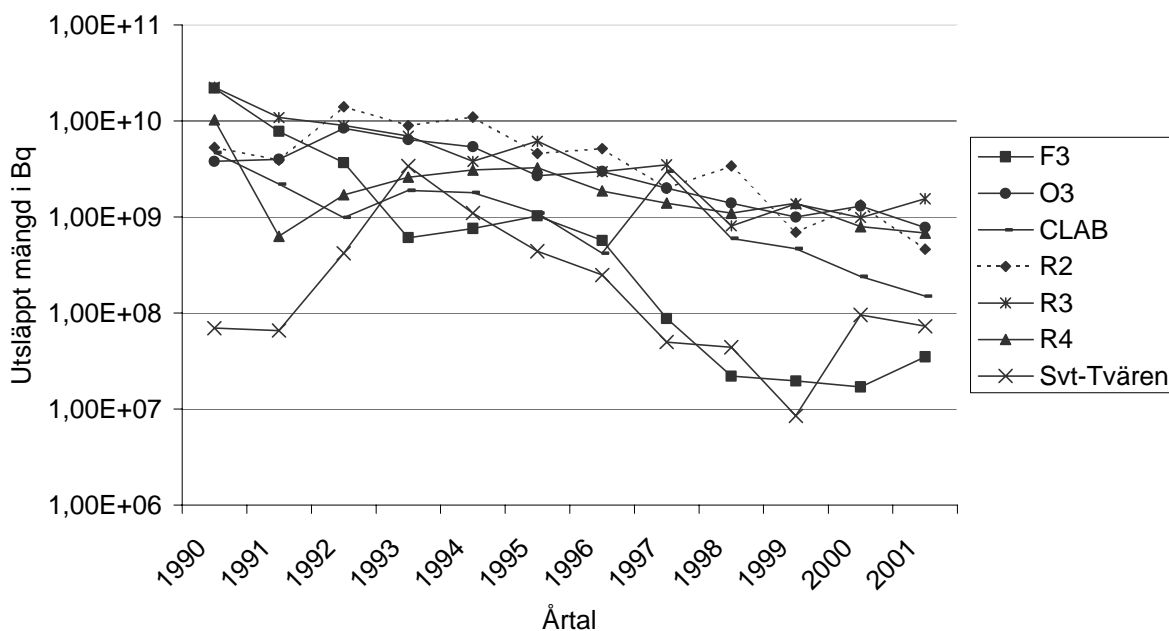
Bland övriga nuklider i vattenutsläppen dominerar korrosionsprodukten kobolt-60 vid de flesta anläggningarna. Undantag är Ringhals 2 där antimon-124 ($9,10 \text{ E}+09 \text{ Bq}$) dominerar. Under 2001 låg kobolt-60 utsläppen till vatten i storleksordningen från $3,51 \text{ E}+7 \text{ Bq}$ vid Forsmark 3, upp till $4,80 \text{ E}+9 \text{ Bq}$ vid Studsvik och Barsebäck. Kobolt-60 är även den nuklid som ofta kan detekteras i omgivningsprover tagna i vattenmiljön runt anläggningarna.

Figur 5. Co-60 i utsläppsvatten från de äldre reaktorerna samt Studsvik-Bergösundet



Figur 5 och 6 visar kobolt-60-utsläppen 1990 – 2001. Äldre reaktorer och utsläppen från Studsviks mest aktiva kanal vid Bergösundet ligger en till två tiopotenser över nyare reaktorer och PWR. Dessutom visar (Figur 6) de senare en tydlig nedgång av utsläppen.

Figur 6. Co-60 i utsläppsvatten från de nyare reaktorerna samt Studsvik-Tvären

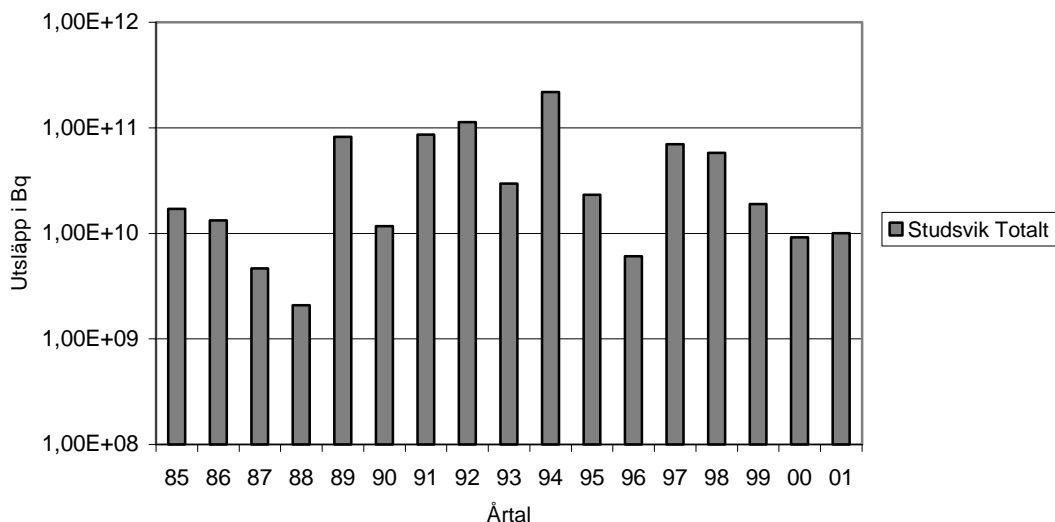


3.3.4 Strontium-90-utsläpp

Studsvik är den största enskilda källan till utsläpp av strontium-90 till Östersjön, både nationellt och internationellt. Det är ungefär tusen gånger högre utsläpp av strontium-90 från Studsvik än från Forsmark eller Oskarshamn (se Figur 7 och 8).

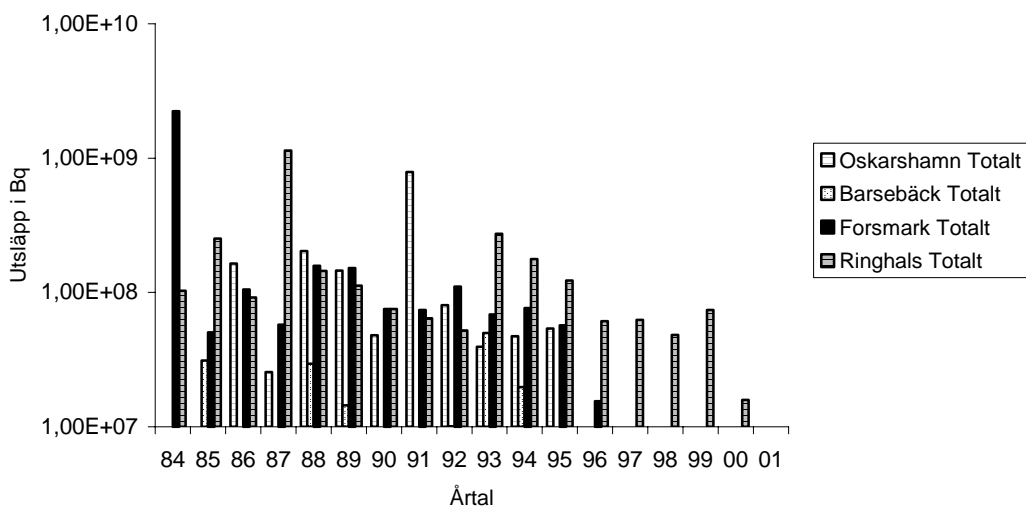
Studsvik har dock minskat utsläppen av strontium-90 under de senaste åren, se Figur 7, från ett maximalt värde 1994 på 2,1 E+11Bq till 1,00 E+10 Bq under 2001. Variationerna i utsläpp beror delvis på Studsviks varierande verksamhet men även på arbete med syfte att försöka minska utsläppen. Figur 7 och 8 visar summerade strontium-90 utsläpp för luft och vatten men det är utsläppen till vatten som dominerar med flera tiopotenser.

Figur 7. Sr-90-utsläpp summerat för luft och vatten från Studsvik



Från 1997 till 2000 finns endast resultat från Ringhals, för 2001 finns inga resultat. Detta beror på att anläggningarna endast rapporterat s.k. "mindre än värden". Dvs. aktiviteten i proven ligger under detektionsgränsen.

Figur 8. Sr-90-utsläpp summerat för luft och vatten från kärnkraftverken



3.4 UTSLÄPPEN VISADE SOM NORMUTSLÄPP

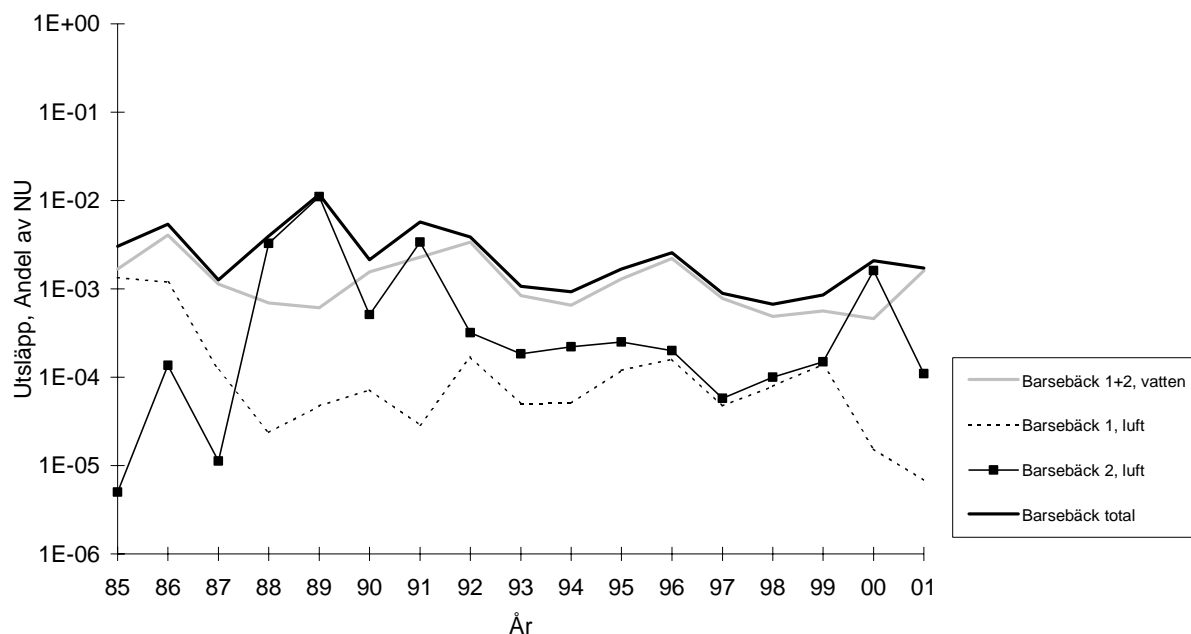
Figurerna 9-13 visar utsläppen från kärnkraftverken och Studsvik för perioden 1985 till 2001 uttryckta som andelar av normutsläpp dvs. som andelen av referensvärde för stråldos till kritisk grupp. De beräknade utsläppen av kol-14 ingår inte. Figur 14 visar utsläppen uttryckta som andelar av normutsläpp för Westinghouse Atom AB för 1993 – 2001.

Utöver de nuklider som redan diskuterats redovisas nedan de nuklider som därefter aktivitetsmässigt följer i storleksordningen av utsläppen. Det gäller aerosoler i luft och fissions- och korrosionsprodukter i vatten.

3.4.1 Barsebäck

Barsebäck 2 fick under slutet av 1999 en bränsleskada som under 2000 orsakade förhöjda utsläpp till luft från denna reaktor, under 2001 har utsläppen sjunkit till tidigare nivå. Minskningen av luftutsläpp från Barsebäck 1 beror på stängningen av denna reaktor. Det finns dock kvar en del bränsle i bassängerna och annan verksamhet t.ex. i avfallsanläggningen som har sitt luftutsläpp via Barsebäck 1. Dessa kan också fortsättningsvis orsaka vissa luftutsläpp. Vattenutsläppen ökar något jämfört med tidigare år. Totala utsläppen minskar något under 2001.

Figur 9. Barsebäck, utsläpp 1985-2001

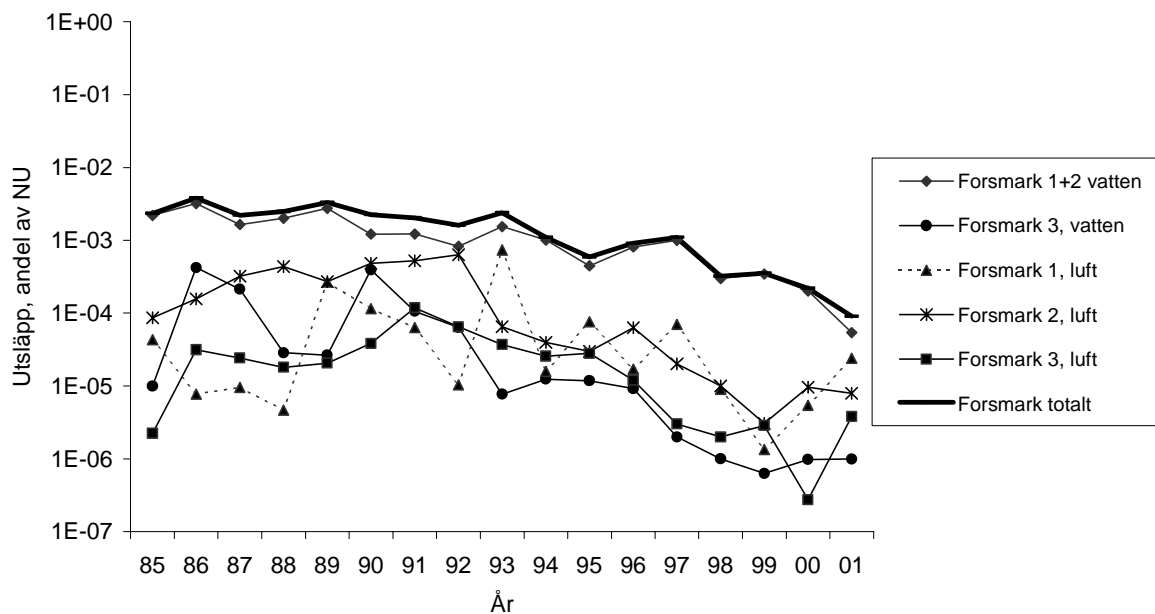


De nuklider som dominerar i aktivitet i vattenutsläppen från Barsebäck (utöver tritium och kobolt-60 se ovan) är cesium-137, kobolt-58 och mangan-54 i nämnd ordning. I luftutsläppen från Barsebäck 2 dominerar (utöver ädelgaser) rubidium-88, cesium-138 och rubidium-89. Se tabell C1 och C2.

3.4.2 Forsmark

I Forsmark är utsläppsbilden (uttryckt i stråldos) helt dominerad av vattenutsläppen från Forsmark 1+2 som har en gemensam utsläppskanal via Biotestsjön. Vattenutsläppen från Forsmark 3 är mycket låga eftersom allt utsläppsvatten indunstas. Forsmark 1 och 3 drabbades av bränsleskador som orsakade en ökning av luftutsläppen från dessa reaktorer. Utsläppstrenden totalt sett är neråtgående under perioden 1985 till 2001.

Figur 10. Forsmark, utsläpp 1985-2001



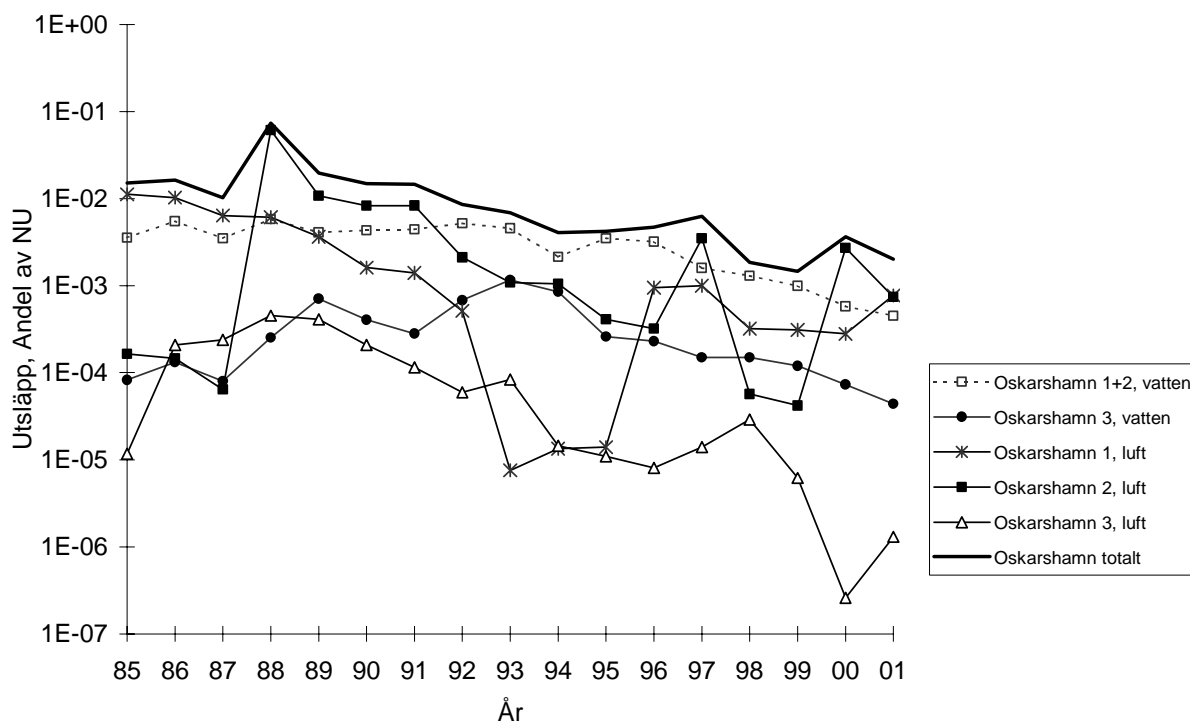
Vattenutsläppen från Forsmark 1 och 2 domineras av de tre nukliderna cesium-137, cesium-134 och mangan-54 (utöver tritium och kobolt-60 se ovan) se tabell C 3. De cesium-137 koncentrationer som kan uppmätas i prover tagna runt Forsmark kommer dock fortfarande till stor del från nedfallet efter Tjernobylyolyckan.

Luftutsläppen från Forsmark 2 domineras (utöver ädelgaser) av kobolt-60, kobolt-58 och mangan-54. Utsläpp till luft från Forsmark 1 domineras (utöver ädelgaser) av kobolt-60, kobolt-58 och niob-97. Luftutsläppen från Forsmark 3 domineras (utöver ädelgaser) av kobolt-60, kobolt-58 och krom-51. Se tabell C 4.

3.4.3 Oskarshamn

I Oskarshamn hade reaktorerna 1 och 3 bränsleskador som orsakade förhöjda luftutsläpp under 2001. Trots detta minskade de totala utsläppen. Vattenutsläppen visar en svag neråtgående trend för de båda utsläppsvägarna Oskarshamn 1+2, (som har en gemensam utsläppskanal), och Oskarshamn 3.

Figur 11. Oskarshamn, utsläpp 1985-2001



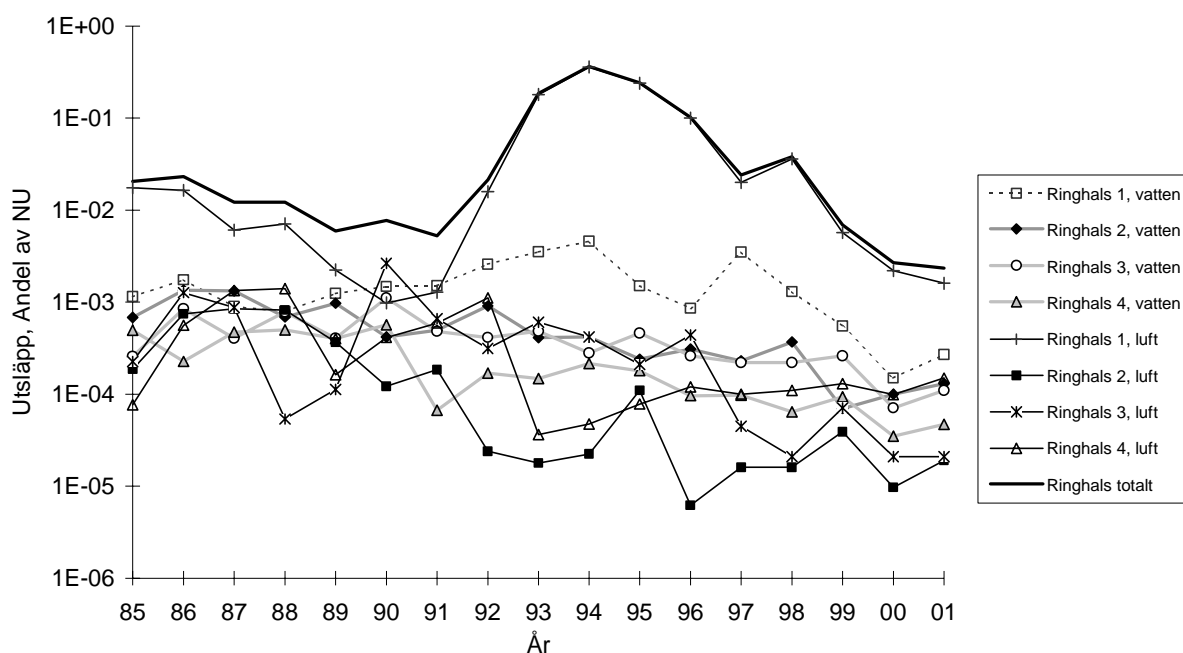
Luftutsläppen från Oskarshamn 2 består mest av ädelgasutsläpp, utöver detta dominerar barium-139, teknetium-99m och strontium-91. Utsläppsbilden i Oskarshamn 1 ser ut som följer: utöver ädelgaser ligger aktiviteten av teknetium-99m högst följt av kobolt-60 och krom-51. Se tabell C 6.

Vattenutsläppen från Oskarshamn 1+2 domineras (utöver tritium och kobolt-60 se ovan) av krom-51, zink-65 och silver-110m. Utsläppt aktivitet till vatten från Oskarshamn 3 domineras (utöver tritium och kobolt-60 se ovan) av kobolt-58, krom-51 och antimon-125. Se tabell C 5.

3.4.4 Ringhals

Utsläppen från Ringhalsanläggningen domineras av luftutsläppen från Ringhals 1. Ringhals 1 har haft ett antal bränsleskador under 1991-1994. Sedan 1994 har de totala utsläppen minskat och är nu i princip tillbaka på samma nivåer som före bränsleskadorna. Det senaste året har luftutsläppen för R1, R2 och R4 ökat, medan luftutsläppen från R3 ligger kvar på ungefär samma nivå som 2000. När det gäller vattenutsläppen ökade dessa för alla reaktorerna. En intressant iakttagelse är att luftutsläppen från R2 ligger lägst av de tre PWR-reaktorerna trots att denna reaktor är äldst.

Figur 12. Ringhals, utsläpp 1985-2001

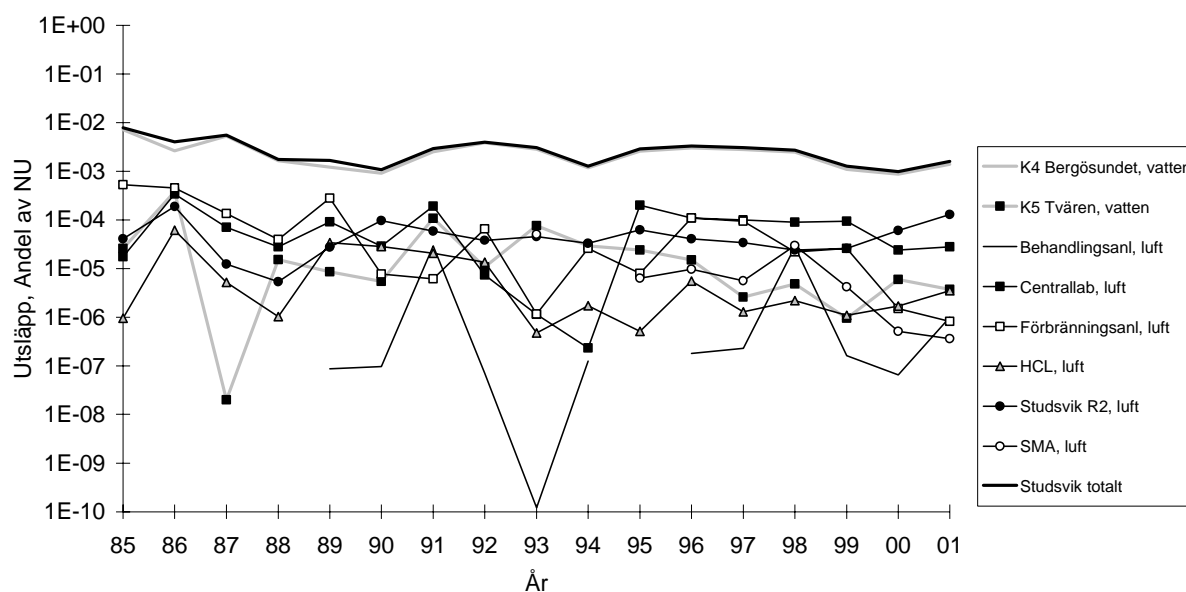


I luftutsläppen från Ringhals 1 är det (utöver ädelgaser och halogener) rubidium-88, cesium-138 och barium-139 som har högst utsläppsvärden. I vattenutsläppen från R1 är det (utöver tritium och kobolt-60 se ovan) kobolt-58, mangan-54 och cesium-137. Ringhals 2 utgör ett undantag från det vanliga mönstret att kobolt-60 dominerar vattenutsläppen. Här är istället antimon-124 den dominanta nukliden. Se tabell C 7 och 8.

3.4.5 Studsvik

Studsviksanläggningen innehåller ett antal olika anläggningar och verksamheter som orsakar vatten- och luftutsläpp (se Bil. A). Det finns två utsläppskanaler till vatten där huvuddelen av aktiviteten släpps ut och dessa är Tvären och Bergösundet. Utsläppen från Studsviksanläggningen domineras av vattenutsläppen till Bergösundet och de visar en relativt sett konstant nivå. Luftutsläppen från smältanläggningen, SMA, minskar sedan 1998 vilket bland annat kan bero på hur mycket och vad som behandlas.

Figur 13. Studsvik, utsläpp 1985-2001

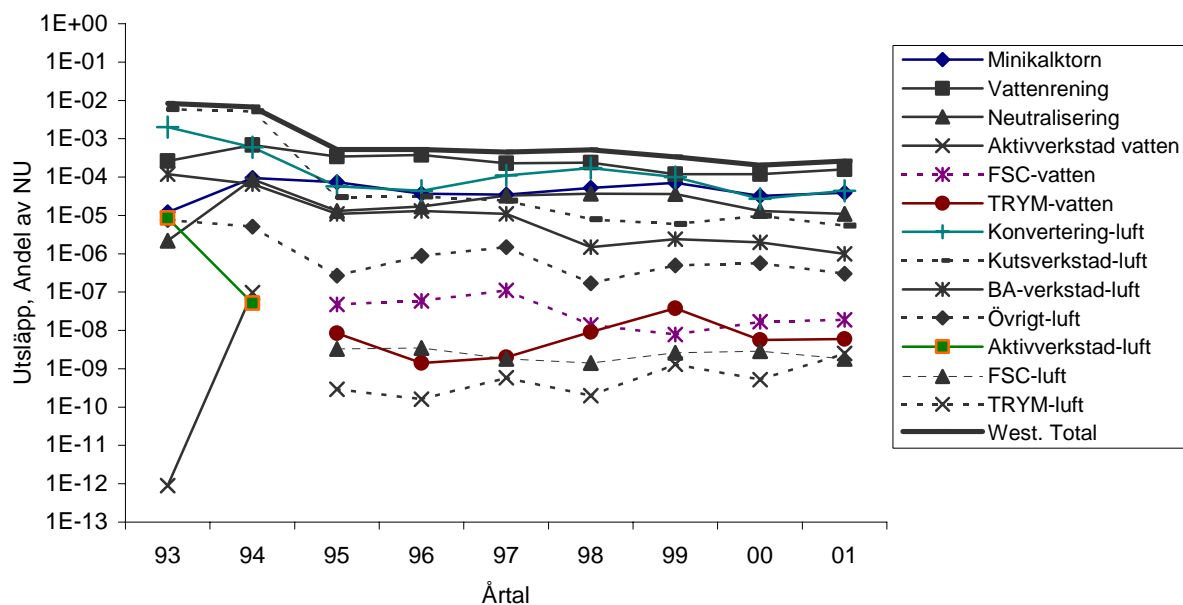


De övriga nuklider som dominerar i aktivitet i Studsviks vattenutsläpp till Bergösundet är kobolt-60, strontium-90, cesium-137, cesium-134 och iridium-192 (se tab. C9). Utsläppen av tritium, kobolt-60 och strontium-90 har behandlats under 3.3.1, 3.3.2 resp. 3.3.3.

3.4.6 Westinghouse Atom AB

I fabriken i Westinghouse tillverkas uranbränsle varför utsläppsbilden helt skiljer sig från de andra kärntekniska anläggningarna. Vattenutsläppen domineras av den aktivitet som går ut via kanalen 'Vattenrening' följt av det som går ut via kanalen 'Minikalktorn'. Utsläppsvattnet går via det kommunala reningsverket ut i Västeråsbukten i Mälaren. Luftutsläppen domineras av kanalen 'Konvertering'. Generellt sett kan man se att utsläppen ligger ganska konstant.

Figur 14. Utsläpp från Westinghouse Atom AB



De nuklider som dominerar aktiviteten i vattenutsläpp från Westinghouse är uran-234, thorium-234 och uran-238 i fallande skala. Utsläppen till luft domineras av kobolt-60, uran-234 och uran-238. (Se tabell C11 och C12.)

4 Omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna

4.1 BAKGRUND

De kärntekniska anläggningarna utför enligt SSI:s föreskrifter och instruktioner omgivningskontroll i anläggningarnas närområden. Varje kontrollprogram omfattar dels ett grundprogram, som genomförs på i stort sett identiskt sätt varje år, dels ett intensivprogram som genomförs vart fjärde år vid respektive anläggning. SSI ansvarar för utformandet av kontrollprogram, stickprovsmässig kontrollmätning, tillsyn och utvärdering.

Omgivningskontrollen ger en bild av halter och spridning av radionuklider i miljön runt de kärntekniska anläggningarna. Dessutom kan man se radionuklider från andra utsläppskällor och även naturligt förekommande radionuklider.

Omgivningskontrollen syftar till

- att upptäcka eventuella större oregistrerade utsläpp samt utsläpp som sker diffust
- att testa beräkningsmodeller som används för att bedöma utsläppens påverkan på människa, både vad gäller dos till kritisk grupp och kollektivdos
- att bedöma eventuell påverkan på biologiskt liv i recipienten
- att ge underlag för internationell rapportering och övrig samverkan inom miljöområdet
- att ge en bild av långsiktiga förändringar av radionuklidhalter i miljön
- att ge underlag för information till allmänheten.

Omgivningskontrollen ska ses som ett komplement till utsläppskontrollen.

4.2 KONTROLLPROGRAMMENS UTFORMNING

Proverna i kontrollprogrammet utgörs av sediment, alger, mollusker, fisk, landväxter, spannmål, vilt, nötkött och mjölk. I princip eftersträvas att samma arter provtas vid samtliga anläggningar, men lokala variationer tillåts beroende på olikheter i miljöförutsättningarna. Organismerna är valda efter flera kriterier; långlivade organismer som anrikas radionuklider (t.ex. blåstång och mossor), djur med stationärt eller relativt stationärt levnadssätt (t.ex. blåmussla och skärsnultra) samt organismer som utnyttjas av människan som livsmedel (t.ex. abborre, älg eller nötboskap). Provinsamling sker huvudsakligen i en våromgång som genomförs före revisionsperioden och i en mer omfattande höstomgång, efter revisionsperioden.

I anläggningarnas kylvattenutsläpp hänger rep eller plexiglasplattor. På dessa provtas alger varje månad, kallat påväxtprov. Vid varje provtagning skrapas plattorna eller repen rena från påväxt, varför provet kommer att vara representativt för utsläpp under den gångna månaden. De organismer som samlas in (huvudsakligen kiselalger och grönalger) har generellt god förmåga att ta upp eller binda de radioaktiva ämnen som släpps ut. Detta tillsammans med närheten till utsläppspunkten och den månadsvisa provtagningen gör påväxtproven till en förhållandevis god bioindikator för utsläppens storlek och deras tidsberoende variationer (Snoeijs och Simenstad, 1995).

I landmiljön analyseras mjölkprover var 14:e dag under betessäsong. Vatten- och sedimentprover från den marina miljön tas varje kvartal vid kärnkraftverken. De årliga revisionsavställningarna medför normalt något förhöjda utsläpp till vattenmiljön. Tidpunkterna för revisionen för de olika blocken under 2001 samt övriga driftdata finns samlade i Bilaga B.

En sammanställning av de prover som ingår i programmet finns i Bilaga D.

Förutom ett urval av data från omgivningskontrollen för 2001 från de fyra kärnkraftverken, Studsvik och Westinghouse Atom AB finns en något mer omfattande presentation av data från Barsebäck eftersom man genomfört intensivprogram under 2001. För ett urval av nuklider från omgivningskontrollen ges analysresultat för samtliga provslag i Bilaga E.

SSI utför också stickprovsmässiga mätningar av omgivningsprover. Dessa tas som ett dubbelprov i samband med den ordinarie provtagningen vid anläggningen. Resultat av dessa mätningar redovisas vidare i kapitel 5 samt Bilaga F.

4.3 ALLMÄNT OM OMGIVNINGSPROVER

Halterna av radionuklider varierar mycket i miljön. De kan variera inom ett provslag taget vid samma station vid olika tidpunkter men också mellan olika stationer, och mellan olika provslag. Det gör att det kan vara svårt att se några trender eller tendenser antingen till minskande eller ökande halter. Halterna är överlag låga i de flesta prover tagna i miljön förutom i sedimentprov tagna i närheten av utsläppspunkten på östkusten. Där finner man också lite högre halter i påväxtprov än man hittar i motsvarande prov från västkusten. Mer information återfinns i den utvärdering av de senaste 20 årens omgivningskontroll (Wallberg och Moberg, 2000) som genomförts.

Koncentrationen av radionuklider i omgivningsproven beror på en rad olika faktorer:

- Utsläppets utspädning och utbredning
- Hur växtsäsongen varit (ljus värme regn mm)
- Tid på året när prov tas
- Ett fåtal prov ger dålig statistik

Dessutom är det viktigt hur provtagningen går till. Det är viktigt att provtagare gör på samma sätt. Hur provberedning och analys går till är också viktiga att beakta. Dessa måste också vara likvärdiga för att resultaten ska kunna gå att utvärdera och jämföra. Med dessa punkter i åtanke bör man vara försiktig med att dra alltför långtgående slutsatser av de data som man får.

4.4 BARSEBÄCK

Provtagningspunkternas läge i omgivningsprogrammet framgår av karta i Bilaga H.

4.4.1 Omgivningsprover tagna i vatten

Av de prov som tas i den marina miljön ser man bara låga halter av kobolt-60 och cesium-137 i fisk och sediment. I sediment varierade halterna mellan 4-16 Bq/kg torrsvikt för kobolt-60. I påväxtproven, som samlas in månadsvis från plattor belägna inom 50 meter från utsläppets mynning (station 7), detekteras en rad nuklider t.ex. mangan-54, kobolt-58, kobolt-60 och cesium-137. För år 2001 ligger halterna från 229 Bq till 3731 Bq per kg torrsvikt för kobolt-60. Det höga värdet 3731 Bq/kg för påväxtprovet under augusti månad beror troligtvis av att Barsebäck hade revision under denna månad och hade högre utsläpp. Motsvarande halter för cesium-137 i samma provslag är 15 till 38 Bq/kg torrsvikt.

Halten av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång från station 7 redovisas i Figur 16 och 17 för perioden 1983 till 2001, med utsläppsvärden för samma nuklider.

4.4.2 Omgivningsprover tagna på land

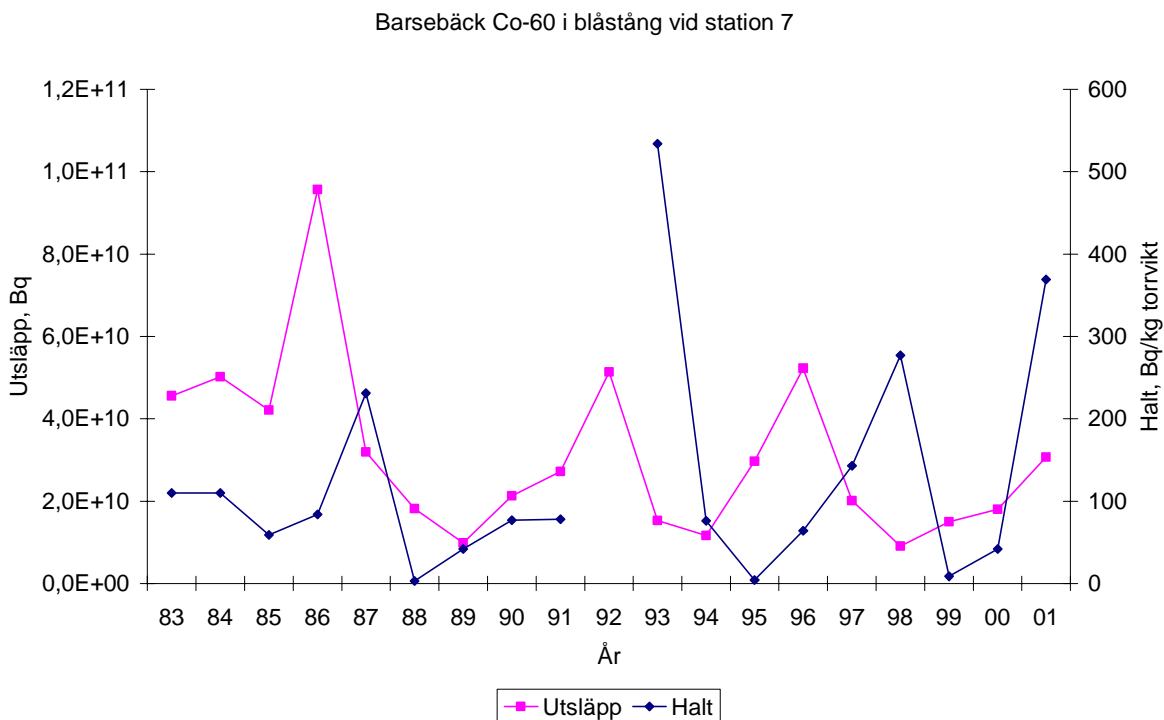
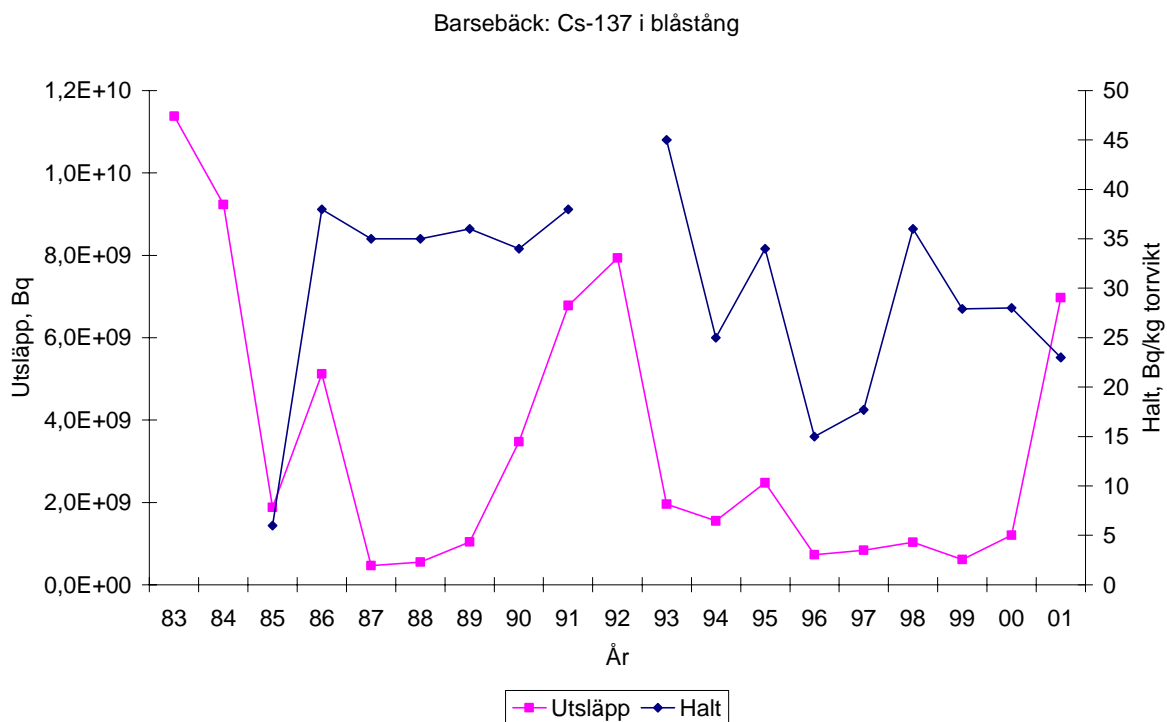
I landprover från Barsebäck som t.ex. betesvall, säd, nötboskap m.fl. hittar man sällan mätbara halter av radionuklider. De prov som uppvisar någon aktivitet är rötslam från reningsverk, mosa och ormbunkar. I rötslam från Kävlinge uppmättes 9,3 Bq/kg torrsvikt av cesium-137.

Resultaten från övriga prover är samlade i Bilaga E.

4.4.3 Intensivprovtagning

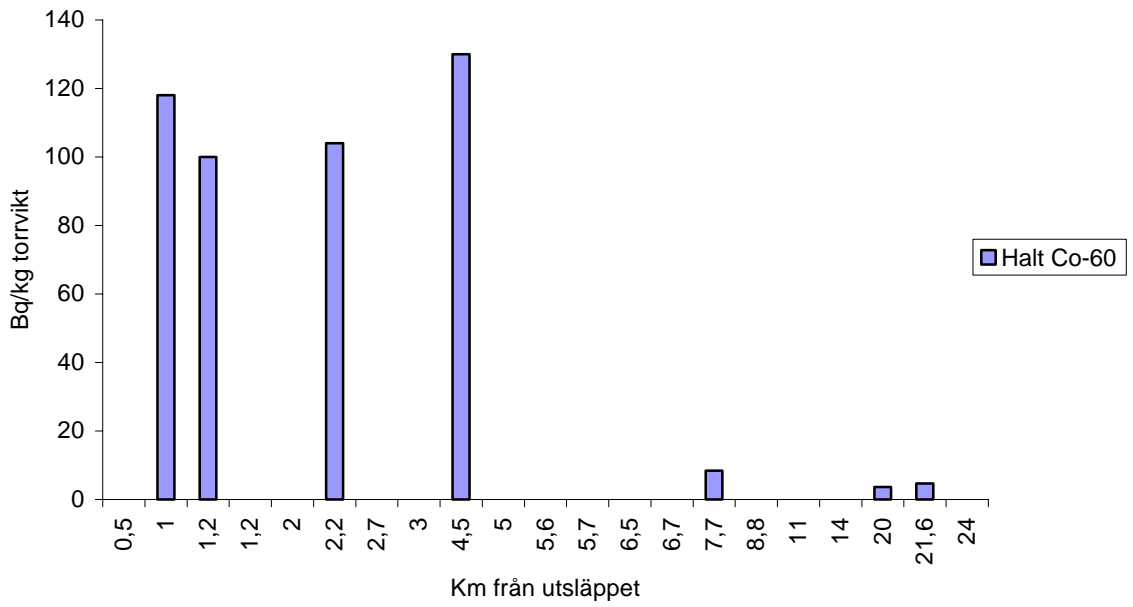
Under år 2001 utförde Barsebäck utökad provtagning i vattenmiljön under våren. Denna utökade provtagning utförs vart fjärde år. Följande provslag tas: blåstång vid 9 stationer, grönslick vid 4 stationer, blåmussla vid 4 stationer och sediment vid 11 stationer.

I figur 18 och 19 visas halten av kobolt-60 i blåstång resp. sediment som en funktion av avståndet till utsläppspunkten. Halterna minskar med ökande avstånd från utsläppet. I figur 20 visas hur halterna av kobolt-60 i sediment har varierat med tiden. Halterna år 2001 är de lägsta som uppmätts sedan intensivprovtagningen startade.

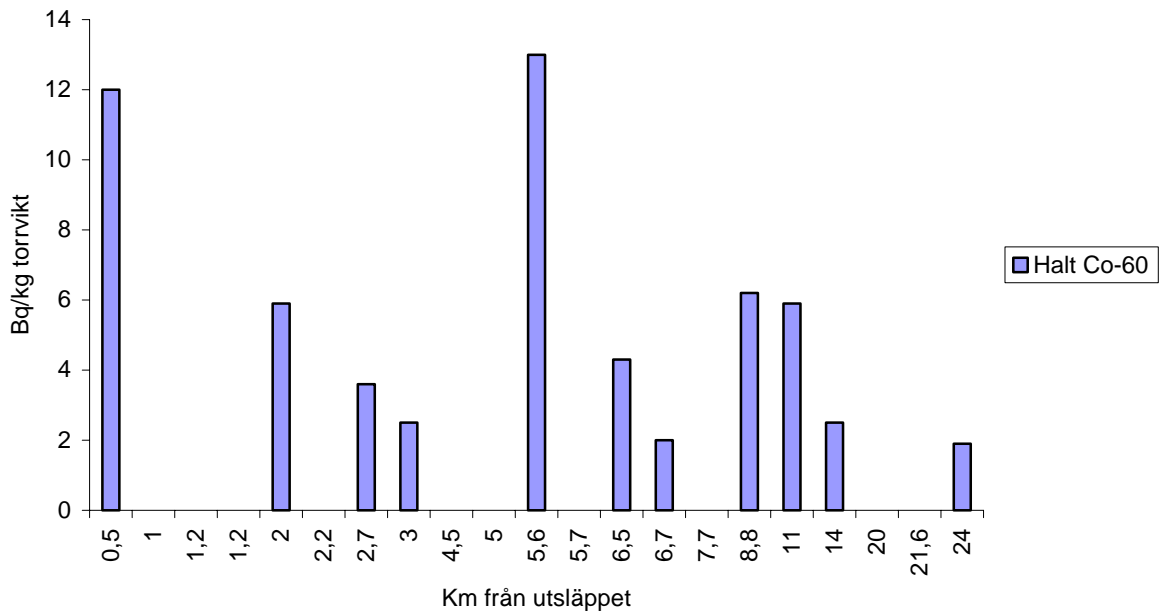


Figur 16 och 17. Halter av cesium-137 och kobolt-60 i blåstång (*Fucus vesiculosus*) från provtagningspunkt 7 under 1983–2001.

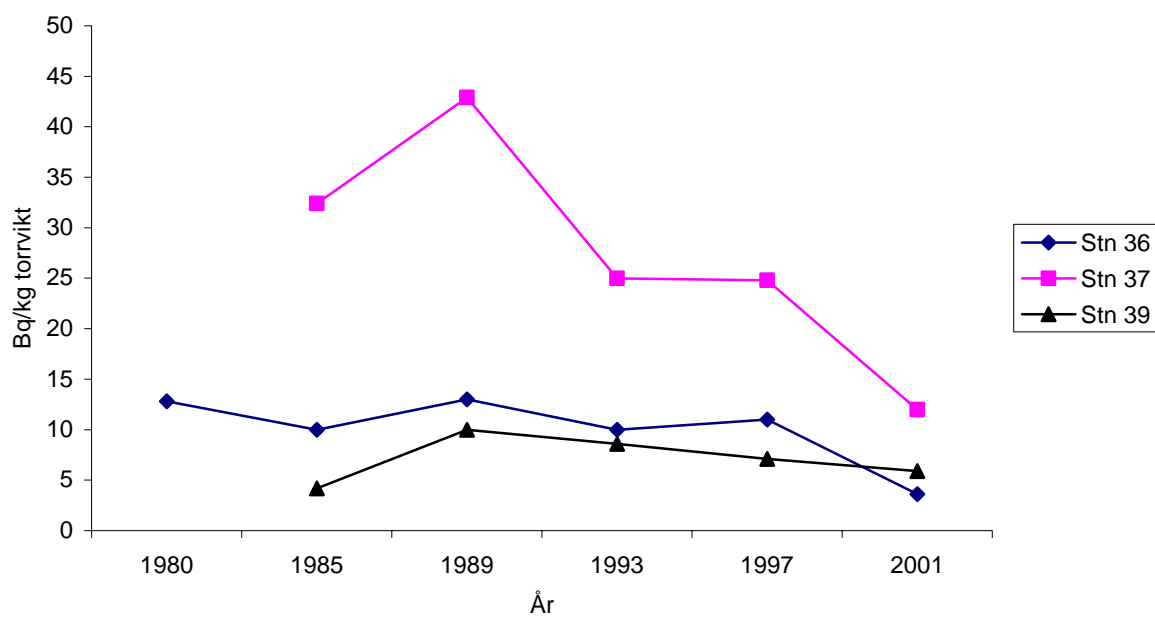
Figur 18. Halten av Co-60 i blåstång vid olika avstånd från utsläppspunkten i Barsebäck



Figur 19. Halt av Co-60 i sediment vid olika avstånd från utsläppspunkten i Barsebäck



Co-60 i sedimentprover från Barsebäck



Figur 20. Halter av kobolt-60 i sedimentprover tagna vid olika stationer belägna på ökande avstånd från utsläppspunkten. Proverna har tagits under de intensivprovtagningar som gjorts mellan år 1980-2001 vid Barsebäck (se karta i Bilaga H för stationernas placering).

4.5 FORSMARK

Provtagningspunkternas läge i omgivningsprogrammet framgår av karta i Bilaga H.

Biotestsjöns utlopp är försett med ett galler för att förhindra att fisk vandrar ut eller in i basängen. Under sommarmånader med intensiv alg tillväxt kan gallret sättas igen. Då öppnas en alternativ utsläppsväg, reservutskovet, nära inloppet till Biotestsjön, så att vattnet släpps ut utan att passera genom Biotestsjön. Detta medför att kontrollprogrammets påväxtprovstation 101K, som normalt ligger närmast utsläppet, under dessa perioder hamnar utanför det verkliga utsläppet varvid den andra stationen (115) då blir mottagare av utsläppt aktivitet. Under år 2001 har reservutskovet varit öppet sammanlagt ca 37 dagar mellan 10 juli och 20 december.

Både för prover tagna på land och i vatten gäller att halterna av cesium-137 fortfarande domineras av nedfall efter Tjernobylyckan.

4.5.1 Omgivningsprover tagna i vatten

Halter i prover tagna från vattenmiljön varierar mycket från relativt sett mycket låga halter i musslor över medellåga halter i vissa tångarter till relativt sett högre halter i påväxtprover. Halter i fisk ligger i de flesta fall mittemellan. Fortfarande kommer halterna av cesium-137 i olika prov till största delen från nedfallet efter Tjernobylyckan.

Några exempel på olika halter i omgivningsprov från vattenmiljön är:

Östersjömussla innehöll 6,8 Bq/kg torrsvikt av cesium-137 och 3,2 Bq/kg torrsvikt av kobolt-60. Halterna av cesium-137 i fisk ligger mellan 46-220 Bq/kg torrsvikt. Halter i tång ligger från 28-53 Bq/kg torrsvikt för cesium-137 och 7,1-41 Bq/kg torrsvikt för kobolt-60, halter i sediment varierar från 570-1300 för cesium-137 och för kobolt-60 290-3600 Bq/kg torrsvikt

Påväxtproven samlas in månadsvis från plattor som får hänga fritt i vattnet vid Biotestsjöns utlopp (station 101K), reservutskovets utlopp (station 115), samt i utsläppsströmmen från block 3 (station 114). Stationerna 101K och 115 representerar utsläppet från block 1 och 2. Halterna av kobolt-60 och cesium-137 i påväxtprovet från station 114 är i de flesta fall lägre än från de andra två stationerna. Detta beror troligtvis på att utsläppt mängd av respektive nuklid också är lägre. Halterna för cesium-137 ligger mellan 60-700 Bq/kg torrsvikt och motsvarande halter för kobolt-60 ligger mellan 70-1800 Bq/kg torrsvikt.

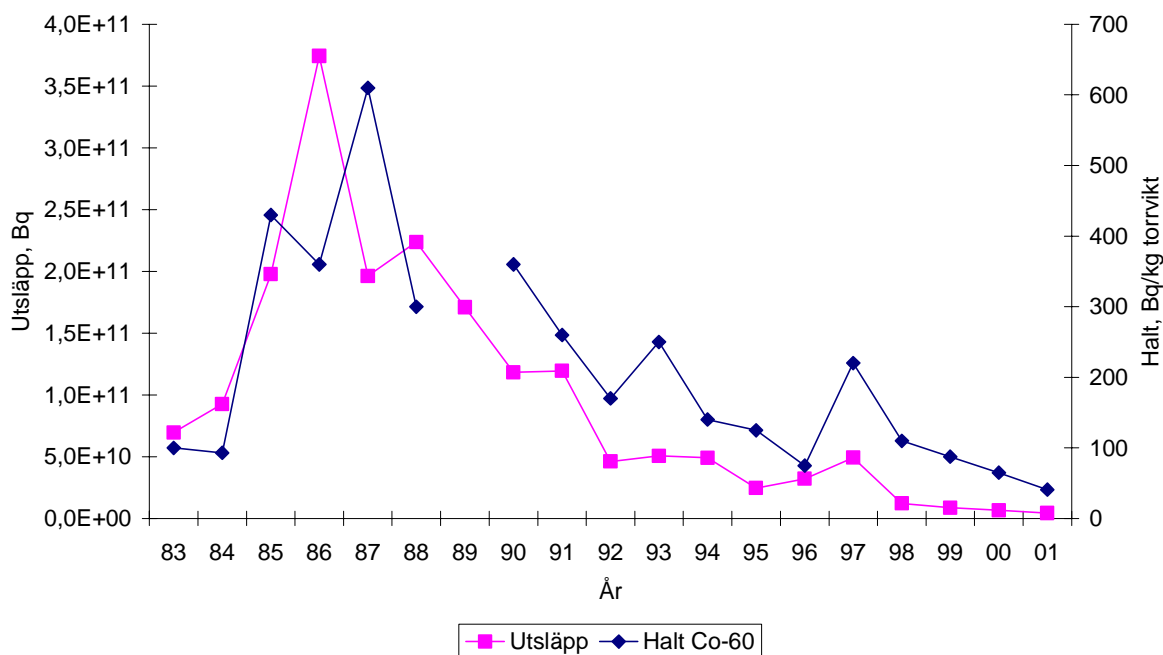
Halten av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång från station 104, 2,2 km från utsläppet, för perioden 1983–2001 visas i Figur 21 och 22. Resultaten visar tydligt Tjernobylnedfallet av cesium-137. Variationerna i halterna kan till viss del vara kopplat till förändringar i kylvattenplymens utbredning. Dock kan en svagt neråtgående trend ses av både kobolt-60 och cesium-137. Kobolt-60-halterna i blåstång avspeglar utsläppet ganska bra.

4.5.2 Omgivningsprover tagna på land

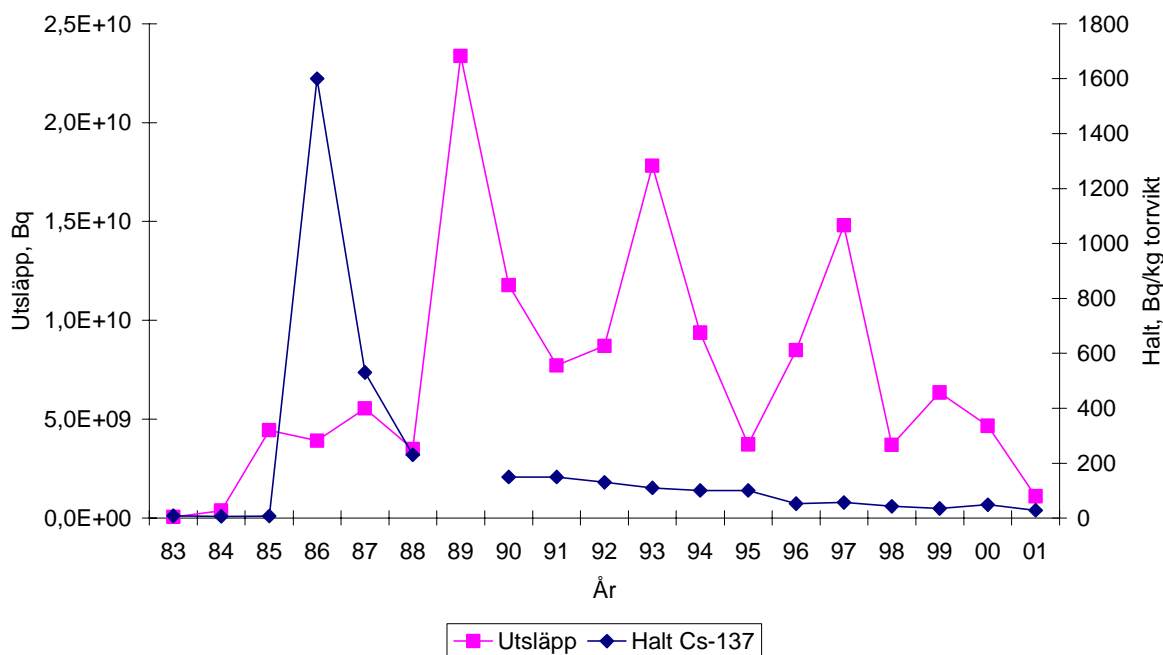
Beträffande landprover är cesium-137 dominerande i alla provslag, speciellt i väggmossa, renlav och träjon, där halten varierar från 180-3000 Bq/kg torrsvikt. Även vilt har relativt höga halter av cesium-137. Kobolt-60 hittas i röttslam från de flesta av reningsverken vilket är de enda koboltvärdena från landprover. Låga halter av cesium-137 har uppmätts i mjölkprover.

Resultaten från övriga prover är samlade i Bilaga E.

Forsmark: Co-60 i blåstång vid station 104



Forsmark: Cs-137 i blåstång vid station 104



Figur 21 och 22. Halter av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång (*Fucus vesiculosus*) från provtagningspunkt 104 (2,2 km avstånd från utsläppet) under 1983–2001.

4.6 OSKARSHAMN

Provtagningspunkternas läge i omgivningsprogrammet framgår av karta i Bilaga H.

4.6.1 Omgivningsprover tagna i vatten

Påväxtproven samlas in månadsvis från plattor som får hänga fritt i vattnet i Hamnefjärden, station 1, dvs. i direkt anslutning till de två utsläppspunkterna. I proven detekteras en rad nuklider t.ex. mangan-54, kobolt-58, kobolt-60, zink-65 och cesium-137. Halterna av kobolt-60 i påväxtprov från Hamnefjärden är de högsta som detekterats i det svenska kontrollprogrammet och under år 2001 låg de mellan 1200 och 7000 Bq/kg torrsvikt. En förklaring till detta är den relativt lilla vattenvolym som Hamnefjärden utgör. Motsvarande värden för cesium-137 ligger mellan 31 och 130 Bq/kg torrsvikt.

I sediment är halterna i samma storleksordning som för påväxtproven. För kobolt-60 ligger halterna mellan 240 och 2700 Bq/kg torrsvikt och för cesium-137 ligger halterna mellan 69 och 86 Bq/kg torrsvikt.

Halten av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång från station 12, på 2,5 km avstånd från utsläppet, under perioden 1983–2001 visas i Figur 23 och 24. Halterna av cesium-137 i blåstång är förhöjda sen Tjernobylolyckan men man kan se en nedgång under senare år. Viss överensstämmelse kan ses mellan utsläppen och halten av kobolt-60. För år 2001 ligger halterna för kobolt-60 i blåstång mellan 4,7 och 31 Bq/kg torrsvikt. Motsvarande halter för cesium-137 ligger mellan 26 och 35 Bq/kg torrsvikt.

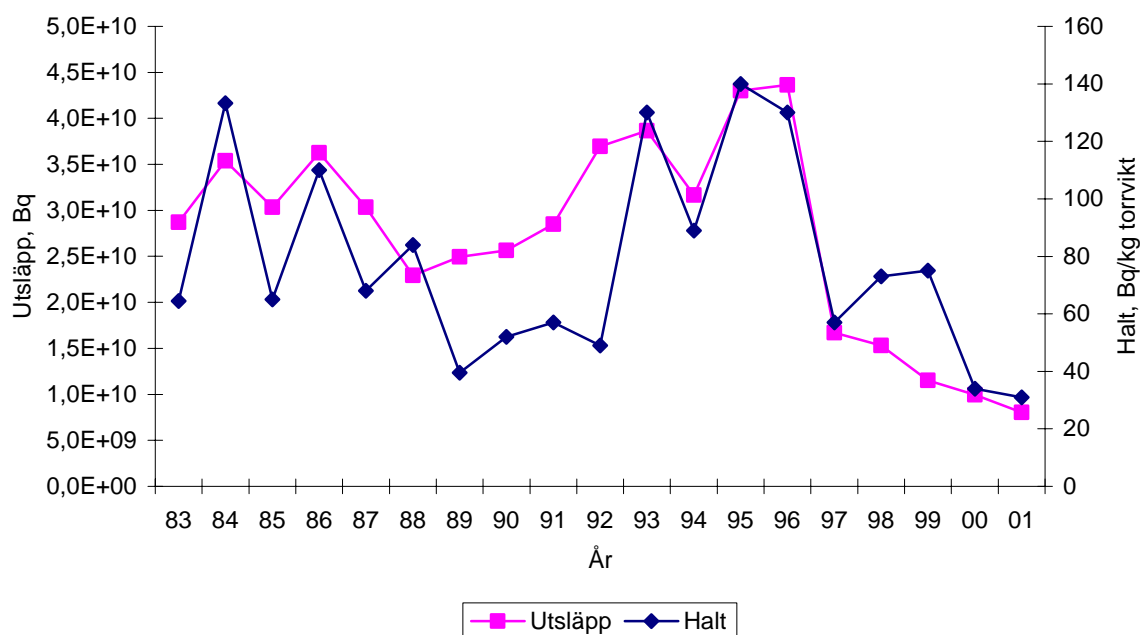
I övriga prover tagna i vattenmiljön finner man värden mellan 22 och 180 Bq/kg torrsvikt av cesium-137 i fisk, och mycket låga halter kobolt-60 och cesium-137 i övriga provslag. Dock finns det ett prov av grönslick med en halt av 500 Bq/kg torrsvikt för kobolt-60.

4.6.2 Omgivningsprover tagna på land

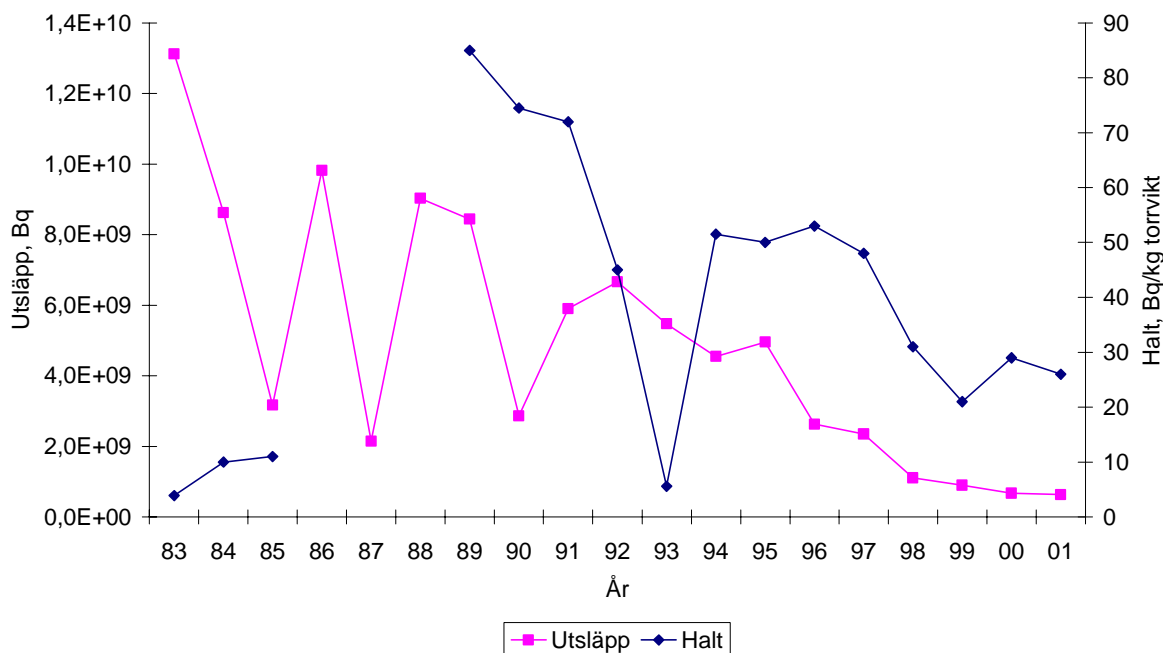
I prover från landmiljön, t.ex. mossa och renlav, dominerar cesium-137 vilket väsentligen kommer från Tjernobylolyckan. Halterna för cesium-137 i mossa och renlav ligger mellan 56 till 120 Bq/kg torrsvikt. Av de övriga nukliderna detekterar man låga aktivitetsnivåer. I nötkött är halterna av cesium-137 mycket låga men för vilt som rådjur och älg ligger de något högre. I röttslam från närbelägna reningsverk detekteras låga halter av cesium-137, kobolt-60 och mangan-54. I mjölk detekteras låga halter av cesium-137.

Resultaten från övriga prover är samlade i Bilaga E.

Oskarshamn: Co-60 i blåstång vid station 12



Oskarshamn: Cs-137 i blåstång vid station 12



Figur 23 och 24. Halter av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång (*Fucus vesiculosus*) från provtagningspunkt 12 (2,5 km avstånd från utsläppet) under 1983–2001.

4.7 RINGHALS

Provtagningspunkternas läge i omgivningsprogrammet framgår av karta i Bilaga H.

4.7.1 Omgivningsprover tagna i vatten

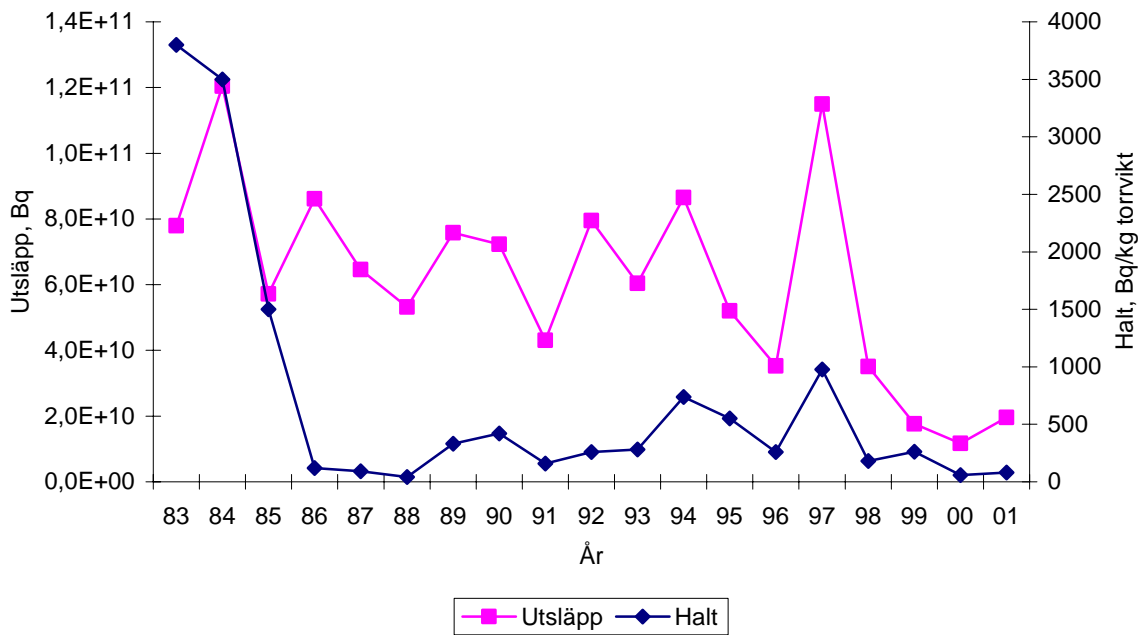
Påväxtproven samlas in månadsvis från plattor och rep placerade ca 200 meter från kylvattenutsläppens mynning. Resultaten visar förekomsten av en rad nuklider t.ex. mangan-54, kobolt-58, kobolt-60 och cesium-137. Halterna av kobolt-60 i påväxtprov ligger mellan 25 och 1640 Bq/kg torrsvikt. Motsvarande halter för cesium-137 ligger mellan 4 och 25 Bq/kg torrsvikt.

Halten av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång från en provtagningsstation belägen 0,5 km från utsläppspunkten redovisas i Figur 25 och 26 för perioden 1983 till 2001, tillsammans med motsvarande utsläppsvärden. För de redovisade nukliderna ses ingen generell trend. I blåstång har både utsläppsvärden och halter för cesium-137 minskat under år 2001.

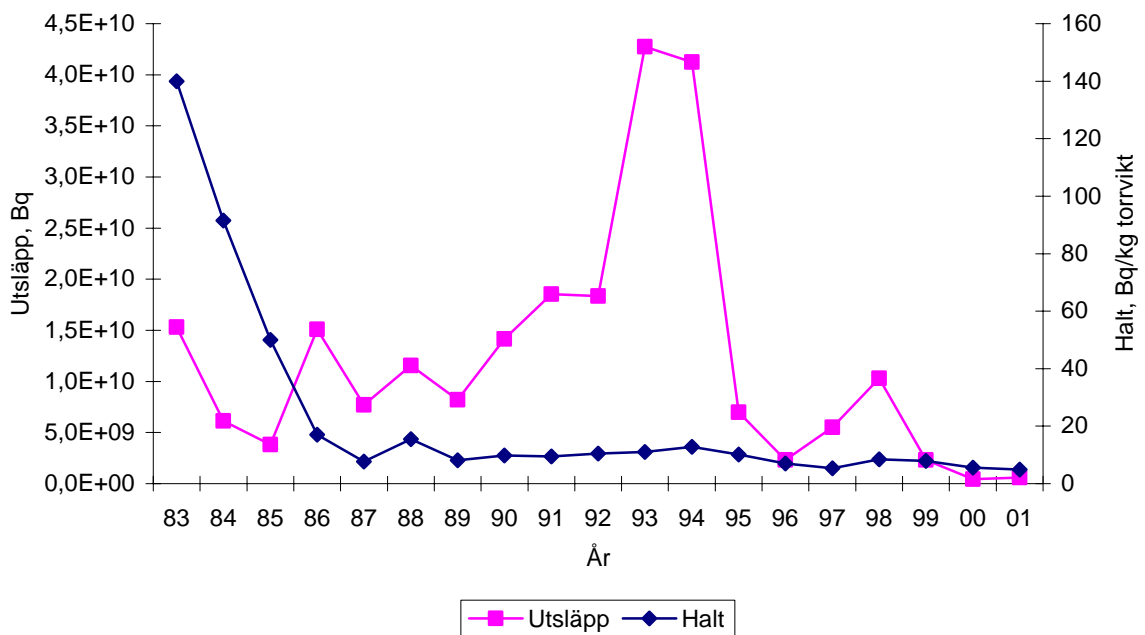
4.7.2 Omgivningsprover tagna på land

Mycket låga halter cesium-137 har uppmätts i mjölkprover. Beträffande övriga landprover är cesium-137 den enda nuklid som visar nämnvärd förekomst. Halter av cesium-137 ligger i landprover mellan 3,58 för betesvall och upp till 632 Bq/kg torrsvikt från örnbräken. Motsvarande halter för kobolt-60 ligger mellan 1,9 för renlav upp till 4 Bq/kg torrsvikt från röttslam. Resultaten från övriga prover är samlade i Bilaga E.

Ringhals Co-60 i blåstång vid station 3



Ringhals Cs-137 i blåstång vid station 3



Figur 25 och 26. Halter av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång (*Fucus vesiculosus*) från provtagningspunkt 3 (0,5 km avstånd från utsläppet) under 1983–2001.

4.8 STUDSVIK

Provtagningspunkternas läge i omgivningsprogrammet framgår av karta i Bilaga H.

Utsläppen från Studsvik skiljer sig från kärnkraftverken på flera sätt. Forskningsreaktorerna vid Studsvik har en mycket liten härd och därmed en begränsad källstyrka för utsläpp. Bland övrig verksamhet som ger upphov till utsläpp märks sopförbränning, skrotsmältning mm. Utsläppet till vattenmiljön sker i Bergösundet där utspädningen är liten och till Tvären där utspädningen är större. Nuklidsammansättningen är också en annan. Bland annat är utsläppen av strontium-90 större vid Studsvik än vid kärnkraftverken och en del nuklider som saknas vid kärnkraftverken återfinns här, bl.a. europium-152.

4.8.1 Omgivningsprover tagna i vatten

Påväxtproven samlas in månadsvis från rep som hänger från bojar i Bergösundet (station 3N och 3S). Halten av radionuklider i påväxtprovet speglar i viss mån utsläppen, trots att utsläppen sker stötvis och vid varierande strömförhållanden. Halterna av kobolt-60 varierar mellan 26 och 1470 Bq/kg torrsvikt och för cesium-137 ligger de mellan 60 och 1510 Bq/kg torrsvikt.

Halten av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång från station 3S och 3B för perioden 1984–2001 visas i Figur 27 och 28. Halterna i blåstång har visat god överensstämmelse med utsläppen av kobolt-60 fram till år 2000, men som figur 27 visar ökar halten kobolt-60 kraftigt under 2001 samtidigt som utsläppen av kobolt-60 har sjunkit. Halten av cesium-137 ökar på ett mycket tydligt sätt 1986 genom nedfallet från Tjernobyl. Det är oklart vad ökningen under 1997 beror på men den verkar vara bestående.

Den svaga vattenström som råder vid utsläppspunkten i Bergösundet i jämförelse med kärnkraftverkens kraftiga kylvattenströmmar ger högre sedimentationshastighet och därigenom högre radionuklidkoncentrationer än vad som är normalt vid kärnkraftverken. I sediment ligger halten av cesium-137 mellan 446 till 3470 Bq/kg torrsvikt och kobolt-60 ligger mellan 89 till 410 Bq/kg torrsvikt.

I fiskprover från Studsviks omgivning dominerar cesium-137. I fisk finns halter på drygt 14 till 188 Bq/kg torrsvikt av cesium-137.

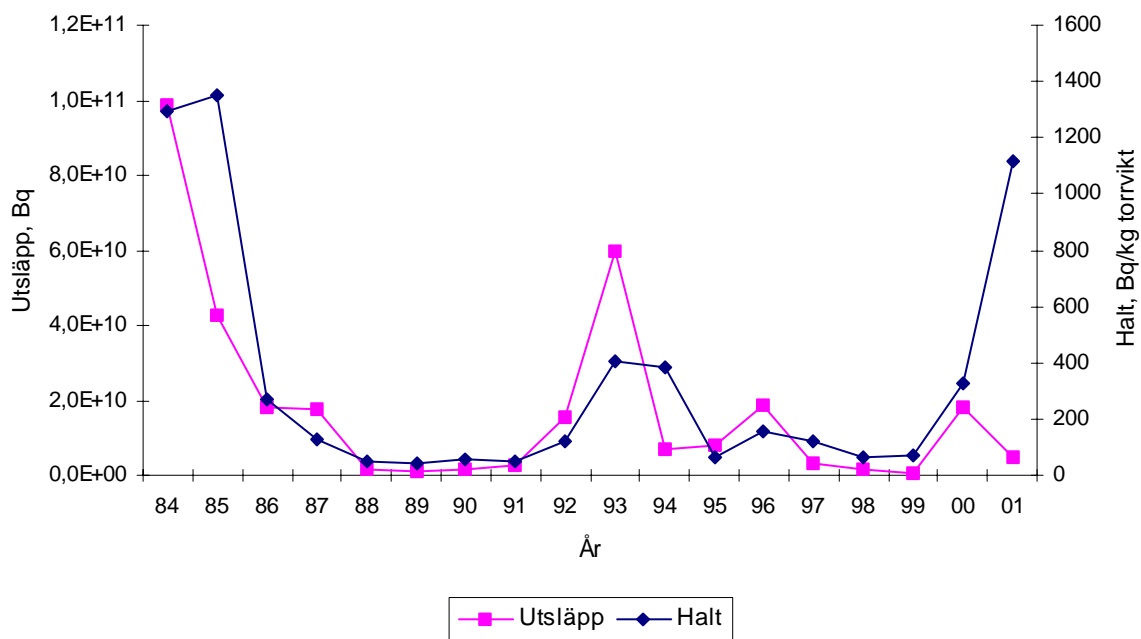
Den nuklid i utsläppsvattnet som bl. a. skiljer Studsviksanläggningen från kärnkraftverken, europium-152, detekteras vid alla sedimentstationer. Halterna av europium-152 i sediment ligger mellan 40 till 491 Bq/kg torrsvikt. Nukliden kan också detekteras i östersjömussla i halter på 12 Bq/kg torrsvikt.

4.8.2 Omgivningsprover tagna på land

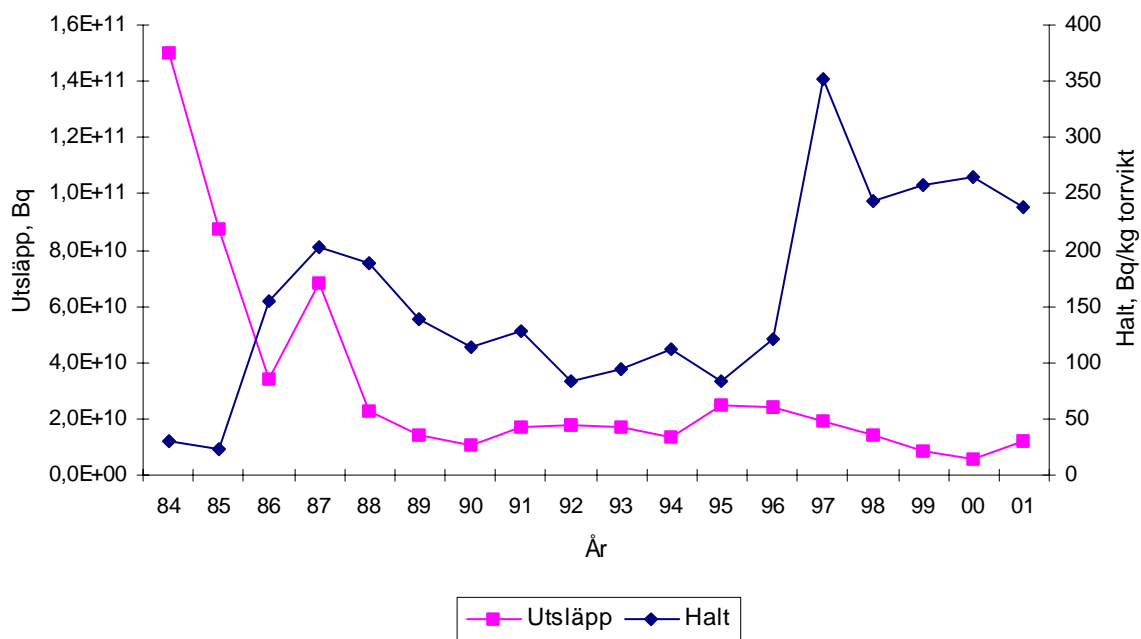
I väggmossa och renlav ligger halter av cesium-137 mellan 22 och 74 Bq/kg torrsvikt. I övriga prover tagna på land är halterna överlag mycket låga.

Resultaten från övriga prover är samlade i Bilaga E.

Co-60 i blåstång från station 3B och 3S



Cs-137 i blåstång vid station 3B och 3S



Figur 27 och 28. Halter av kobolt-60 och cesium-137 i blåstång (*Fucus vesiculosus*) från provtagningspunkt 3B och 3S (0,02 km från utsläppet) under 1984–2001.

4.9 WESTINGHOUSE ATOM AB

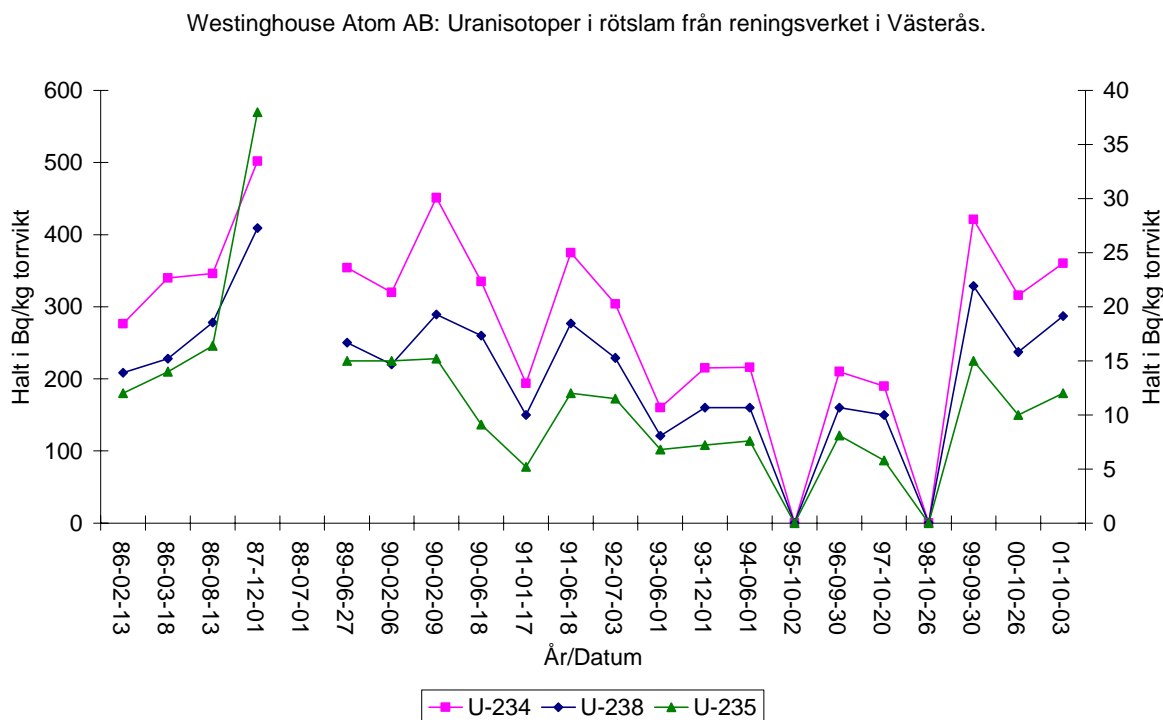
Provtagningspunkternas läge i omgivningsprogrammet framgår av karta i Bilaga H.

Utsläppen från Westinghouse Atom AB skiljer sig från kärnkraftverken och Studsvik på många sätt. Anläggningen vid Westinghouse Atom AB tillverkar bränsle och utsläppet utgörs av delvis andra nuklider än de som släpps ut från de andra kärntekniska anläggningarna dvs. olika uran- och thorium-isotoper samt kobolt-60. Utsläppet till vattenmiljön går via det kommunala reningsverket som har sin utsläppspunkt i Västeråsfjärden i Mälaren.

4.9.1 Omgivningsprover tagna på land

De omgivningsprov som tas vid Westinghouse Atom AB utgörs av nederbörd, gräs och rötslam. I gräs och nederbördsprover kan små mängder av uran-234, uran-235 och uran-238 detekteras. I de stickprov av rötslam som tas vid Västerås reningsverk finner man samma nuklider som i övriga omgivningsprover men i något högre koncentrationer. Halterna av uran-234, uran-238 och uran-235 i rötslam visas i figur 29.

Resultaten från omgivningsproverna är samlade i Bilaga E, Tabell E2.



Figur 29. Halter av olika uranisotoper från rötslam taget vid Västerås reningsverk. Halterna för uran-234 och uran-238 skall läsas mot den vänstra skalan (y-axeln) medan halten för uran-235 skall läsas mot den högra skalan (lägre halter).

5 SSI:s kontrollmätningar

5.1 STICKPROVSKONTROLL AV ANLÄGGNINGARNAS UTSLÄPP TILL OMGIVNINGEN

Utsläppskontrollen av radioaktiva ämnen och förekomsten av dessa i miljön sker främst genom s.k. egenkontroll. För att följa upp och kontrollera kraftverkens egenkontroll utför SSI egna mätningar på stickprov av anläggningarnas vatten- och luftutsläpp och av omgivningsprover.

5.1.1 Utsläpp till vattenrecipient

Alla vattenutsläpp vid de kärntekniska anläggningarna går via särskilda tankar (20 stycken totalt) till vattenrecipienten. Innan vattnet töms till recipienten sker en provtagning som ger tre likvärdiga prov; ett dirigeringsprov, ett juridiskt prov och ett prov som skickas till SSI för kontrollmätning. Varje prov bör vara representativt för utsläppet. Om flera utsläpp görs per månad samlas dessa till ett månadsprov som uppgår till två liter. Varje anläggning analyserar dirigeringsprovet med avseende på aktivitetsinnehåll och resultatet utgör underlag för beslut om tömning av tank till recipienten. Det juridiska provet arkiveras vid anläggningen. De uppmätta haltena i dirigeringsprovet rapporteras varje månad till SSI och utgör underlag för SSI:s sammanställningar och bedömningar. Dessutom utgör proven underlag för jämförelserna mellan kontrollmätningar som utförs vid SSI och verkens egna mätresultat.

SSI analyserar två olika typer av vattenprover från de kärntekniska anläggningarna. De två provtyperna är månadsprover dvs. prov taget från utsläppt mängd under en månad och årsprover som är sammanslagna från årets månadsprover där man tagit hänsyn till utsläppt vattenvolym. För varje utsläppsväg görs gammamätningar, strontium-90 och tritiumanalyser på samtliga årsprover och mätresultaten jämförs med de resultat som anläggningarna rapporterat (Bilaga F). Dessutom görs gammamätningar på stickprov av månadsproven från de olika utsläppsvägarna. Under 2001 mättes månadsprov från månaderna mars, juni, september samt december och resultaten från både SSI:s mätningar och anläggningarnas resultat återfinns i Bilaga F. På de ställen där mätvärden saknas eller där Nd återfinns har nukliden inte detekterats i provet

I jämförelsen mellan SSI och anläggningarnas resultat ingår ett antal radionuklider som är av betydelse med avseende på individdoser till kritisk grupp (Bilaga F).

5.1.2 Resultaten av stickprovsmätningar på utsläppsvatten

Resultaten av 2001 års mätningar redovisas i tabellen F1-F2 (årsprov) och F3-F6 (månadsproven). Överensstämmelsen mellan SSI:s och anläggningarnas resultat är tillfredställande. De skillnader i mätvärden som förekommer är inom det som kan förväntas med hänsyn till de olika faktorer som påverkar resultaten.

5.1.3 Utsläpp till luft

Vid kärnkraftverken kontrolleras utsläppen till luft, via huvudskorstenen, genom kontinuerlig mätning av ädelgaser. Dessutom utförs analys av jod och aerosoler som kontinuerligt uppsamlas på filter i ett proportionellt delflöde. Dessa filter byts en gång i veckan. För Studsvik och Westinghouse Atom AB gäller särskilda bestämmelser. Under 2001 gjordes ingen mätning på aerosolfilter vid SSI.

5.1.4 Omgivningsprover

Proverna i kontrollprogrammet kommer både från land och från vattenmiljön. I de flesta fall genomförs provtagningen av Fiskeriverkets personal och proverna analyseras vid respektive anläggning eller av kontrakterade laboratorier. Provinsamling sker huvudsakligen i en våromgång och en höstomgång men vissa provslag tas månadsvis eller kvartalsvis. Omgivningskontrollen ger en bild av koncentration och spridning av radionuklider i miljön runt de kärntekniska anläggningarna. Omgivningskontrollen kan också ses som ett komplement till utsläppskontrollen. SSI genomför stickprovsmätningar för att kontrollera riktigheten i anläggningarnas mätningar.

5.1.5 Stickprovsmätningar av omgivningsprover

Resultaten av stickprovsmätningarna på omgivningsprover redovisas i Bilaga F, tabellerna F7 och F8 tillsammans med anläggningarnas mätresultat. Dessutom har SSI gjort strontium-90 analyser på en del av omgivningsproverna vilket inte görs vid anläggningarna. Vid jämförelse mellan anläggningarnas och SSI:s resultat bör det observeras att gammamätningarna inte skett på samma prover. Detta syns tydligt i sedimentproven.

Vid provtagning av stickprov i omgivningen tar provtagaren ett prov som delas upp i två ungefär lika stora delar. En del provbereds och analyseras av anläggningen medan den andra delen provbereds vid Radiofysiska institutionen i Lund, och analyseras av SSI. Med hänsyn tagen till provhanteringen och de stora variationer som kan förekomma i naturen visar resultaten tillfredställande överensstämmelse.

5.1.5.1 Fiskskelett

I årets stickprovtagning togs också skelett av de fiskar som ingick i de insamlade stickproven. Anledningen var att bestämma halten av strontium-90 i fiskben och att jämföra med motsvarande halter i fiskmuskel. Fiskprov togs i både vår- och höstprovtagningen. Resultaten visar att cesium-137-halten i benen är lägre än i fiskmuskel vilket var väntat. Högst strontium-90-halt finns i gäddben från Studsvik följt av ben från skärsnulta fångad i Ringhals. Halterna är dock mycket låga. Provslaget kommer också att testas i stickprovtagningen för 2002. I en finsk artikel (Saxén, R. & Koskelainen, U. 2002) bestämdes fördelning av cesium-137 och strontium-90 i muskelvävnad, skinn och fenor samt skelett hos abborre, gädda och siklöja. Resultaten är i överensstämmelse med det kända fakta att halten cesium-137 är lägre i skelettet hos fiskarna jämfört med muskelvävnaden medan däremot strontium-90 halterna är högre i skelettet jämfört med muskelvävnaden. Dessa resultat stämmer väl överens med dem som SSI redovisar i denna rapport, se tabell F 9.

5.2 INTERKALIBRERING

Ingen interkalibrering mellan anläggningarnas laboratorier och kemilaboratoriet vid SSI gjordes år 2001.

6 Referenser

6.1 LITTERATURREFERENSER

Saxén, R. & Koskelainen, U. 2002. Distribution of ^{137}Cs and ^{90}Sr in various tissues and organs of freshwater fish in Finnish lakes. *Boreal Environment Research* 7: 105-112. ISSN 1239-6095.

Snoeijs, P., & Simenstad, P., 1995. The use of algae in monitoring discharges of radionuclides – Experiences from the 1992 and 1993 monitoring programmes at the Swedish nuclear power plants. SSI-rapport 95:03.

SSI-rapport 2000:13. Wallberg och Moberg, Avdelningen för Avfall och miljö: Utvärdering av omgivningskontrollprogrammet vid kärnkraftverken och Studsvik.

SSI-rapport 2001:25. Avdelningen för Avfall och miljö: Utsläpps och omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna 2000.

6.2 REGELVERK

Strålskyddslagen. SFS 1988:220

Statens strålskyddsinstituts föreskrifter om begränsning av utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftstationer. SSI FS 1991:5 rev SSI FS 1997:1 och SSI FS 1997:2

Särskilda föreskrifter om begränsning av utsläpp av radioaktiva ämnen från Studsviksanläggningen.

SSI Dnr 826/742/93

Nya föreskrifter avseende utsläpp av radioaktiva ämnen från bränslefabriken (ABB Atom) i Västerås.

SSI Dnr 831/741/93

Omgivningskontrollprogram för kärnkraftverken och de övriga kärntekniska anläggningarna. SSI Dnr 611/178/99

Konventionen om skydd av den marina miljön i Nordostatlanten. (OSPAR-konventionen)
Regeringens proposition 1992/93:237

Konvention om skydd av Östersjöområdet marina miljö. (Helsingforskonventionen, HEL-COM) Regeringens proposition 1992/93:237

Bilaga A Kärntekniska anläggningar

DE SVENSKA KÄRNKRAFTVERKEN

Sammanlagt finns 11 kärnkraftreaktorer (block) fördelade på fyra anläggningar. Samtliga är s.k. lättvattenreaktorer varav tre är tryckvattenreaktorer (PWR) och åtta kokarreaktorer (BWR). Den sammanlagda nettoeffekten är cirka 10000 MW. PWR-reaktorerna har tillverkats av Westinghouse och BWR-reaktorerna av ABB Atom (nu Westinghouse Atom AB).

Tabell A.1 De svenska kärnkraftverken.

Block	Typ	Elektrisk effekt Brutto/Netto (MW)	Kommersiell drift	Anmärkning
Barsebäck 1	BWR	615/600	1975	Avställd 991201
Barsebäck 2	BWR	615/600	1977	
Forsmark 1	BWR	1006/968	1980	
Forsmark 2	BWR	1002/964	1981	
Forsmark 3	BWR	1197/1155	1985	
Oskarshamn 1	BWR	465/445	1972	
Oskarshamn 2	BWR	627/602	1975	
Oskarshamn 3	BWR	1200/1160	1985	
Ringhals 1	BWR	865/835	1976	
Ringhals 2	PWR	910/870	1975	
Ringhals 3	PWR	968/920	1981	
Ringhals 4	PWR	966/915	1983	

Barsebäcksverket är Sveriges sydligast belägna kärnkraftverk. Verkets närhet till stora befolkningscentra gör miljösituationen uppmärksam. Utsläppen sker huvudsakligen via tre utsläppskanaler, två till luft (respektive blocks skorsten) samt en gemensam för kylvattnet ut i Öresund. Salthalten i sundet är ca 1,5 %. Block 1 stängdes av 1 december 1999 men utsläppskanalen för luft finns kvar då Barsebäcks avfallshanterings utsläpp går ut genom denna kanal.

De huvudsakliga utsläppen till luft vid **Forsmarksverket** sker via respektive blocks skorsten. Utsläppen till vatten sker via kylvattnet som är fördelat på två kanaler, en för block 1+2 och en för block 3. Kylvattnet från block 1+2 leds via en konstgjord sjö, Biotestsjön, med en yta av ca 1 km² innan det rinner ut i Öregrundsgrepen. Biotestsjön används för att studera kylvattnets inverkan på växter och djur i en sluten, extremt påverkad del av verkets närområde. Vattnet i Biotestsjön är ca 8 grader varmare än omgivande vatten.

Oskarshamnsverkets tre block har var sin skorsten för utsläpp till luft. Utsläppen till vatten sker via kylvattnet som är fördelat på två kanaler, en för block 1+2 och en för block 3. Kylvattnet leds ut i Hamnefjärden, som är en smal vik av Östersjön. Vattnet i Hamnefjärden är ca 10 grader varmare än omgivande vatten, vilket gör att fiskens reproduktion påverkas lokalt.

Ringhalsverket är Sveriges största kärnkraftverk och elproducent. Utsläppen sker huvudsakligen vid sex punkter, fyra till luft (respektive blocks skorsten) samt två till Kattegatt.

INDUSTRIANLÄGGNINGEN STUDSVIK AB

Studsvik AB är en industrianläggning belägen 28 km från Nyköping. Verksamheten omfattar ett tjugotal företag, varav nio ingår i Studsvikkoncernen. Vid anläggningen bedrivs forsknings- och uppdragsverksamhet inom ett flertal områden. Denna rapport omfattar endast de företag inom anläggningen som har kärnteknisk verksamhet: Studsvik Nuclear AB, Studsvik Radwaste AB, Studsvik Material AB och AB SVAFO.

Vid Studsvik finns två forskningsreaktorer, R2 och R2-0. Vidare finns en omfattande laboratorieverksamhet med bl.a. utrustning för olika typer av materialanalyser. En viktig resurs är det s.k. Hot Cell Laboratoriet där högaktiva prov hanteras, t ex bränsleprover. I Studsvik finns också en förbränningsanläggning för lågaktiva brännbara restprodukter, smältugn för smältning och återvinning av metallskrot samt anläggningar för konditionering och mellanlagring av radioaktivt avfall.

Utsläpp av radioaktiva ämnen sker via flera skorstenar, genom kylvattenutsläppet till Tvären, samt via en ledning till Bergösundet omedelbart NV St. Bergö. Utsläppsvatten som har viss kontamination av radioaktiva ämnen, s.k. kategori 4 vatten, leds till Bergösundet. I sedimentprover tagna vid utsläppet i Bergösundet kan man mäta halter av vissa nuklider som är något högre än motsvarande vid kärnkraftverken.

WESTINGHOUSE ATOM AB

Vid Westinghouse Atom AB:s uranbränslefabrik i Västerås tillverkas reaktorbränsle till kärnkraftreaktorer. Det uran som används i processen transporteras dit som uranhexafluorid. Uranhexafluoriden omvandlas därefter till pulverformig urandioxid som pressas ihop under värme och sintras till små cylindrar. Dessa s.k. bränslekulsar placeras i långsmala höljerör (bränslestavar) som sedan monteras ihop till kompletta bränsleelement. Ett bränsleelement i en kokarreaktor innehåller ca 100 stavar och i en tryckreaktor 200 till 300 stycken.

Vid Westinghouse Atom AB hanteras uran i både kapslad och icke-kapslad form. Högsta tillåtna anrikning av uran-235 är för närvarande 5 %. Som jämförelse kan nämnas att naturligt uran innehåller 0,7 % uran-235. Anläggningen har för närvarande (1999) koncession för tillverkning av bränsle motsvarande 600 ton uran per år.

CLAB, CENTRALT LAGER FÖR ANVÄNT BRÄNSLE

CLAB används som mellanlager för använt kärnbränsle från det svenska kärnkraftprogrammet fram till dess att bränslet skall slutförvaras. CLAB ligger på Simpevarpshalvön i anslutning till Oskarshamnsverket och drivs av OKG, men ägs av SKB. Lagret togs i drift 1 juli, 1985. I CLAB kan för närvarande ca 5000 ton använt kärnbränsle lagras, vilket motsvarar driften av de 12 reaktorerna fram till år 2004. En utbyggnad pågår för närvarande för att kunna omhänderta ytterligare 3000 ton använt bränsle, beräknas klar 2004.

SFR, SLUTFÖRVAR FÖR RADIOAKTIVT DRIFTAVFALL

SFR ligger vid Forsmarksanläggningen, ungefär tre kilometer från kärnkraftverket. Förvarsutrymmena är förlagda i bergrum ca 60 m under havsbotten. Förvaret har tagit emot avfall sedan början av 1988. I SFR lagras kortlivat låg- och medelaktivt avfall. Detta består främst av filtermassor som i kraftstationerna används för att fånga upp radioaktiva ämnen i reaktorvattnet. Avfallet består vidare av kasserade arbetskläder, verktyg och liknande slag av sopor från radiologiskt kontrollerade utrymmen.

Bilaga B Drift under år 2001

Tabell B.1 Energiutnyttjningsfaktor och energiproduktion för kärnkraftblocken under 2001.

Block	Energiutnyttjningsfaktor (%)	Energiproduktion netto (TWh)	Antal dygn för revision
Barsebäck 1	85,5	4,49	36
Barsebäck 2			
Forsmark 1	86,2	7,31	11
Forsmark 2	87,8	7,41	12
Forsmark 3	80,9	8,18	48
Oskarshamn 1	78,9	3,08	329
Oskarshamn 2	90,2	4,78	25
Oskarshamn 3	89,7	9,11	16
Ringhals 1	80,6	5,89	32
Ringhals 2	84,1	6,41	29
Ringhals 3	79,1	6,37	32
Ringhals 4	83,7	6,71	39
Totalt		69,754	

Tabell B.2 Revisionsperioder för kärnkraftverken under 2001.

Block	2001	Antal dagar
Barsebäck 1	kall avställd 991201	
Barsebäck 2	010627-010803	36
Forsmark 1	010610-010622	11
Forsmark 2	010629-010713	12
Forsmark 3	010721-010908	48
Oskarshamn 1	011207-021031	329
Oskarshamn 2	010712-010808	25
Oskarshamn 3	010602-010619	16
Ringhals 1	010627-010829	32
Ringhals 2	010516-010614	29
Ringhals 3	010615-010715	32
Ringhals 4	010823-011001	39

Bilaga C Utsläpp av nuklider redovisade i aktivitet (Bq).

I tabellerna C.1-C.12 redovisas utsläppen till luft och vatten för 2001 från kärnkraftverken, Studsvik och Westinghouse Atom AB. På de ställen där mätvärden saknas har nukliden inte detekterats i provet.

Tabell C.1 Utsläpp till vatten angivet i becquerel (Bq) för Barsebäck för 2001.

Nuklid	Block 1+2
H-3	3,19E+11
Cr-51	2,20E+09
Mn-54	2,77E+09
Fe-59	1,04E+08
Co-58	3,09E+09
Co-60	3,07E+10
Zn-65	4,09E+08
Sr-90	1,59E+06
Nb-95	2,14E+08
Zr-95	2,25E+08
Ag-110m	1,68E+08
Sn-113	8,31E+06
Sb-124	9,28E+07
Sb-125	5,62E+08
Cs-134	1,12E+09
Cs-137	6,97E+09
La-140	6,40E+07
Pu-239	5,08E+03
Am-241	2,96E+04
Cm-244	9,52E+03

Tabell C.2 Utsläpp till luft angivet i becquerel (Bq) för Barsebäck 2001.

Nuklid	Block 1	Block 2
Cr-51	8,19E+05	5,22E+07
Mn-54	5,08E+06	6,80E+06
Mn-56		4,95E+06
Fe-59	1,30E+06	4,43E+06
Co-58	1,13E+06	1,50E+07
Co-60	2,82E+07	4,93E+07
Zn-65	7,08E+05	1,24E+06
As-76		2,30E+08
Sr-90		8,04E+04
Nb-95	3,73E+06	2,62E+07
Zr-95	1,11E+06	
Rb-89		5,34E+09
Tc-99m		1,10E+06
Ru-105	4,59E+07	5,70E+06
Sn-113		1,91E+05
Sb-124		7,05E+05
Cs-137	7,38E+04	2,26E+05
Cs-138		1,61E+09
W-187	1,26E+06	9,27E+05
Ädelgaser		
Ar-41		1,58E+12
Kr-85		3,75E+07
Kr-85m		6,21E+11
Kr-87		8,45E+11
Kr-88		4,39E+11
Xe-133		6,11E+10
Xe-133m		6,63E+11
Xe-135		1,88E+12
Xe-135m		5,22E+11
Xe-137		3,34E+11
Xe-138		1,05E+12
Jod		
I-129		2,80E-04
I-131		5,59E+05

Tabell C.3 Utsläpp till vatten angivet i becquerel (Bq) för Forsmark 2001.

Nuklid	Block 1+2	Block 3	SFR
H-3	1,36E+12	4,93E+11	
Cr-51	3,84E+08		
Mn-54	7,96E+08	2,41E+07	
Fe-59	7,11E+07		
Co-58	4,88E+08	1,66E+07	
Co-60	4,23E+09	3,51E+07	
Zn-65	7,10E+07		
Nb-95	2,24E+07		
Ag-110m		2,34E+05	
Sb-124	5,10E+08		
Sb-125	8,37E+08		
Cs-134	1,96E+08	1,63E+06	
Cs-137	1,11E+09	7,46E+06	1,14E+05
I-131	2,82E+08	3,94E+06	
Pu-238/Am-241		7,20E+04	
Po-210/Am-243	1,06E+06	2,96E+05	

Tabell C.4 Utsläpp till luft angivet i becquerel (Bq) för Forsmark 2001.

Nuklid	Block 1	Block 2	Block 3	SFR	Övriga anl.
Cr-51	5,58E+07	8,58E+06	5,33E+07		
Mn-54	8,48E+06	1,06E+07	1,34E+07		5,10E+05
Co-58	1,73E+07	1,01E+07	2,08E+07		
Co-60	3,99E+07	3,29E+07	3,76E+07		4,83E+06
Zn-65	1,37E+06	4,54E+06			
Nb-97	6,81E+07				
Mo-99			1,06E+07		
Po-210/Am-243	3,10E+04	8,60E+04	2,42E+05		
Pu-238/Am-241		3,70E+02	1,40E+03		
Ädelgaser					
Ar-41		9,62E+08			
Kr-85m	2,63E+11	5,90E+11	2,15E+10		
Kr-87	1,34E+09	4,36E+09	2,49E+09		
Kr-88			2,74E+09		
Xe-131m		2,88E+12	4,59E+11		
Xe-133	5,30E+13	6,63E+12	7,65E+11		
Xe-133m		2,56E+12	1,18E+10		
Xe-135	1,43E+13	3,35E+12	1,58E+11		
Xe-135m	1,74E+10	7,54E+10	2,85E+11		
Xe-137		3,70E+11	1,44E+10		
Jod					
I-131	2,13E+07	1,18E+07	7,58E+07		5,81E+05
I-133	9,22E+06	1,50E+07	2,07E+05		

Tabell C.5 Utsläpp till vatten angivet i becquerel (Bq) för Oskarshamn 2001.

Nuklid	Block 1 och 2	Block 3	CLAB	Övriga anl.
H-3	6,00E+11	6,30E+11	8,70E+08	
Cr-51	1,90E+09	4,20E+07		
Mn-54	5,60E+08	6,90E+07	3,00E+06	
Co-57	7,00E+05			
Co-58	6,10E+08	1,30E+08		
Co-60	7,10E+09	7,80E+08	1,50E+08	
Fe-59	7,30E+07			
Zn-65	6,20E+08	3,60E+06		
Sr-90	3,40E+06	2,40E+05	1,40E+05	
Nb-95		1,60E+06		
Zr-95	6,50E+06			
Ag-110m	9,60E+08	1,20E+06	7,80E+05	
Sb-124	4,50E+07	6,80E+06		
Sb-125	1,80E+08	2,40E+07	9,80E+05	
Cs-134	2,10E+08	2,20E+07	5,90E+04	
Cs-137	5,00E+08	6,80E+07	6,20E+07	
Ce-141	7,70E+06			
Ce-144	6,40E+06			
Pu-239/Pu-240	5,60E+04	8,90E+04	2,20E+04	
Pu-238/Am-241	7,50E+05	1,90E+05	4,50E+04	
Cm-242	7,20E+05	6,60E+04	4,50E+03	
Cm-243/Cm-244	4,00E+04	8,50E+04		
Am-243		2,30E+04	2,70E+03	
I-131	1,50E+08			

Tabell C.6 Utsläpp till luft angivet i becquerel (Bq) för Oskarshamn 2001.

Nuklid	Block 1	Block 2	Block 3	CLAB	Övriga anl.
Cr-51	2,10E+08	7,90E+06	6,80E+06		
Mn-54	1,10E+06	6,60E+05	2,80E+05		
Co-58	1,20E+07	1,60E+06	4,60E+06		3,10E+02
Co-60	3,80E+07	6,40E+06	5,70E+06	1,10E+08	2,20E+03
Zn-65	6,30E+06				
Sr-90	1,00E+05	1,50E+05	2,50E+05	1,40E+05	
Sr-91		1,60E+08			
Zr-95	2,50E+05				
Nb-95	6,00E+05		8,20E+04		
Mo-99			6,60E+04		
Tc-99m	5,50E+08	1,70E+08			
Ag-110m	2,50E+06		6,70E+05		
Sb-122	4,30E+05		1,80E+05		
Cs-137	7,20E+04				
Ba-139		1,50E+09			
Ba-140		2,40E+06			
La-140	2,20E+06	2,80E+07			
Ce-141	6,30E+04				
Pu-238/Am-241	6,70E+03	1,40E+04	2,10E+05	3,10E+04	
Pu-239/Pu-240	1,40E+03		9,00E+03	1,50E+04	
Cm-242	9,20E+02				
Am-243			2,00E+03	5,20E+03	
Cm-243/Cm-244	2,90E+03		8,40E+03	1,60E+04	
Ädelgaser					
Ar-41	4,80E+10	2,00E+12			
Kr-85				1,20E+11	
Kr-85m	2,00E+12	1,10E+13	1,60E+10		
Kr-87	6,40E+12	2,10E+13	2,10E+09		
Kr-88	3,60E+12	2,70E+13	2,20E+10		
Kr-89		9,00E+10			
Xe-131m			6,50E+09		
Xe-133	5,60E+12	4,80E+12	1,60E+11		
Xe-133m	8,40E+10	5,60E+09	1,50E+10		
Xe-135	1,20E+13	7,70E+13	1,70E+11		
Xe-135m	5,40E+12	1,70E+12	3,70E+10		
Xe-137	1,10E+11	1,30E+13			
Xe-138	1,10E+13	7,40E+12	6,70E+09		
Total-alfa	3,00E+05	5,20E+05		7,50E+04	
Jod					
I-131	8,40E+08	3,40E+08	1,10E+08		
I-133	1,80E+08	2,20E+09	3,70E+07		
I-135		8,20E+08			

Tabell C.7 Utsläpp till vatten angivet i becquerel (Bq) för Ringhals 2001.

Nuklid	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4
H-3	6,73E+11	1,05E+13	9,18E+12	4,58E+12
Cr-51	5,42E+08	1,75E+08	2,01E+09	2,57E+08
Mn-54	6,34E+08	3,45E+07	4,48E+08	8,83E+07
Co-57	7,96E+06	1,40E+06	6,64E+07	2,43E+07
Co-58	8,80E+08	3,78E+08	1,77E+10	1,08E+10
Co-60	1,69E+10	4,63E+08	1,55E+09	6,81E+08
Fe-59	1,35E+07	1,07E+07	1,01E+08	1,64E+07
Zn-65	6,28E+06	2,77E+06	3,38E+07	6,26E+06
As-76	8,28E+07			
Sr-89			4,23E+06	
Sr-90	2,39E+06	8,45E+05		2,01E+06
Nb-95	8,50E+07	3,94E+07	5,91E+08	1,07E+08
Zr-95	3,88E+07	1,98E+07	3,16E+08	5,48E+07
Zr-97				4,49E+07
Ag-110m	1,34E+08	6,92E+08	4,57E+08	3,99E+07
Sn-113	3,30E+05	1,25E+06	2,10E+07	5,28E+06
Sb-122		6,79E+06		
Sb-124	1,32E+08	9,10E+09	1,58E+08	2,35E+08
Sb-125	9,83E+07	9,12E+08	1,40E+08	9,64E+07
Te.132			2,06E+06	
Cs-134	5,29E+06	7,94E+06		2,08E+07
Cs-136				2,66E+06
Cs-137	4,90E+08	3,79E+07	3,55E+07	3,16E+07
Ba-140	3,27E+06			
La-140	4,95E+06			
Ce-144		2,77E+06	6,42E+06	4,86E+05
Pu-238/Am-241	1,55E+05	7,47E+04	5,43E+03	4,80E+03
Pu-239/Pu-240	1,25E+05	3,26E+04	6,15E+03	3,70E+03
Am-241	2,55E+06	1,70E+05	6,05E+03	1,42E+04
Cm-242	1,10E+05	8,75E+03	1,13E+04	5,00E+03
Cm-244	2,48E+05	8,59E+04	2,00E+04	3,34E+05
I-131	4,78E+07			1,43E+07

Tabell C.8 Utsläpp till luft angivet i becquerel (Bq) för Ringhals 2001

Nuklid	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4
Cr-51	1,30E+07			
Mn-54	3,09E+06			
Fe-59	7,61E+05			
Co-58	4,37E+06		1,12E+05	1,76E+05
Co-60	2,34E+07	1,81E+05		
As-76	7,21E+06			
Rb-88	5,03E+10			
Rb-89	7,61E+07			
Sr-89	2,89E+06			
Sr-90	7,41E+04			2,59E+04
Zr-95	6,13E+05			
Nb-95	1,85E+06			
Tc-99m	1,15E+01			
Sb-124	2,29E+05			
Te-132	3,76E+01			
Cs-137	3,94E+05			
Cs-138	4,03E+10			
Ba-139	3,81E+08			
Pu-238	1,09E+04	3,48E+04	2,03E+02	7,15E+02
Pu-239/240	1,77E+03	1,28E+04	6,47E+02	5,67E+02
Am-241	1,75E+04	2,65E+03	2,67E+02	1,69E+03
Cm-242			4,96E+01	1,34E+02
Cm-244	1,51E+03	1,90E+01	2,46E+01	
Ädelgaser				
Ar-41	7,72E+10	4,19E+10	6,38E+10	4,63E+11
Kr-85	1,04E+11	2,56E+07	5,14E+07	6,58E+10
Kr-85m	7,36E+12	3,66E+08		8,43E+07
Kr-87	1,23E+13	3,31E+08	2,78E+07	3,48E+08
Kr-88	1,97E+13	4,16E+08		2,33E+07
Kr-89	1,37E+11			
Xe-131m	1,13E+12	1,51E+09	2,11E+09	6,40E+09
Xe-133	5,26E+12	1,69E+10		5,58E+11
Xe-133m	1,52E+10		6,64E+08	4,00E+09
Xe-135	7,49E+13	7,64E+10	8,23E+08	3,34E+09
Xe-135m	3,06E+12	5,97E+08	1,31E+08	1,07E+09
Xe-137	6,95E+12			
Xe-138	9,45E+12	1,66E+08		
Xe-139	2,21E+10			
Xe-140	2,87E+09			
Jod:				
I-131	3,47E+08	2,82E+06	3,11E+05	1,65E+07
I-132	1,48E+08			8,13E+06
I-133	1,36E+09	2,99E+07		2,05E+06
I-135	4,11E+07			

Tabell C.9 Utsläpp till vatten angivet i becquerel (Bq) för Studsvik 2001.

Nuklid	Bergösundet K4	Tvären K5	Tvären K6
H-3	1,60E+13	2,80E+10	
Cr-51	1,80E+08	5,30E+06	
Mn-54	6,50E+08	4,20E+06	
Fe-59	1,40E+07	1,20E+06	
Co-58	3,90E+07	4,40E+06	
Co-60	4,80E+09	7,30E+07	
Zn-65	3,40E+08	1,40E+05	
Sr-90	1,00E+10	3,10E+06	
Nb-95	9,50E+07		
Zr-95	1,60E+07		
Ru-106	5,80E+08		
Sb-124	1,90E+08		
Sb-125	7,40E+07		
I-131	2,30E+10		
Cs-134	6,70E+09	7,80E+06	
Cs-137	1,20E+10	4,00E+07	
Ce-144	1,30E+09		
Eu-152	2,30E+08	2,00E+07	
Eu-154	1,30E+08	3,80E+06	
Eu-155	1,80E+07		
Ir-192	4,80E+09	2,60E+06	
Total alfa	2,00E+08	1,20E+06	1,50E+07
Total beta			4,20E+08

Tabell C.10 Utsläpp till luft angivet i becquerel (Bq) för Studsvik 2001

Nuklid	Central Lab.	Hot cell Lab.	För-bränn.anl	Smält-anlägg.	Behandling-sanl.	R2-reaktorn	Aktiva kemilab.
Aerosoler							
H-3			2,70E+09				
Sr-90	2,50E+04	3,00E+03	5,00E+02		3,30E+01		
Sb-125							9,30E+02
Cs-134						6,70E+05	
Cs-137						2,50E+06	
Ce-144						1,90E+05	
Po-210	2,60E+05				1,10E+03		2,70E+03
Pu-238					1,90E+02		
Pu-239					8,40E+02		
Ädelgaser							
Ar-41						1,40E+12	
Halogener							
I-125			9,30E+06			6,90E+08	
I-131		2,20E+07			5,60E+06	2,40E+08	
I-133						2,40E+08	
Total beta	5,30E+05			1,70E+04			7,50E+03
Total alfa	9,20E+04	2,60E+03	4,20E+03	1,40E+03	1,60E+03		7,80E+02

Tabell C.11 Utsläpp till vatten angivet i becquerel (Bq) för Westinghouse Atom AB 2001.

Nuklid	Minikalktorn	Vattenrening	Neutralisering	FSC	TRYM
Co-60				3,30E+06	1,10E+06
U-234	2,30E+07	9,10E+07	6,10E+06		
U-235	9,90E+05	4,00E+06	2,70E+05		
U-238	5,00E+06	2,00E+07	1,30E+06		
Th-231	9,10E+05	3,60E+06	2,50E+05		
Th-234	9,10E+06	3,60E+07	2,50E+06		

Tabell C.12 Utsläpp till luft angivet i becquerel (Bq) för Westinghouse Atom AB 2001.

Nuklid	Konvertering	Kutsverkstad	BA-verkstad	Övrigt	FSC	TRYM
Co-60					8,60E+05	1,20E+06
U-234	7,90E+05	9,70E+04	1,90E+04	5,40E+03		
U-235	3,40E+04	4,30E+03	8,20E+02	2,40E+02		
U-238	1,70E+05	2,10E+04	4,10E+03	1,20E+03		

Bilaga D Ingående provslag i omgivningskontrollprogrammet

Översikt över provtagningsstationer för omgivningskontroll vid respektive kärnteknisk anläggning

Grundprogram land	ANTAL PROVTAGNINGSTATIONER						TIDPUNKT
	Barsebäck	Forsmark	Oskarshamn	Ringhals	Studsvik	Westinghouse Atom AB	(V=vår, H=höst)
Naturlig vegetation							
Björnmossa, <i>Polytrichum commune</i> , väggmossa, <i>Pleurozium schreberi</i> alt. kvastmossa, <i>Dicranum scoparium</i>	2	3	3	2	2		VH
Renlav, <i>Cladina</i> sp.		2	1	2	2		H
Träjon, <i>Dryopteris filix-mas</i> alt. Örbräken, <i>Pteridium aquilinum</i>	2	2	2	2			H
”Strandgräs”, fam Poaceae	1	1	2	1		2	H
Odlad vegetation							
Sallad, fam Brassicace	1	1	1	1	1		juli
Betesvall, fam Poaceae	1	2	2	3	1		H
Spannmål (tröskad vete/korn/råg)	2	2	1	1	2		H
Animaliska prover							
Får, muskel		1			1		H
Nötboskap, muskel	1	1	1	1	1		H
Älg/hjort/rådjur, muskel	1	2	2	1	1		H
Fasan, muskel	1						H
Mjölk	1	1	1	1	1*		var 14:e dag under betes-säsong *2 gånger per år
Röttslam	2	4	3	4	3	1	H
Nederbörd						4	VH

	ANTAL PROVTAGNINGSTATIONER						TIDPUNKT (V=vår, H=höst)
	Barsebäck	Forsmark	Oskars hamn	Ringhals	Studsвик	Westinghouse Atom AB	
Grundprogram vatten							
Vattenprov	1	1	1	1			1 gång/ kvartal
Sedimentprov	1	2 1 ²⁾	1 1 ²⁾	2 1 ²⁾	5 ¹⁾		1 gång/ kvartal 1) 2 gånger per år 2) H
Alger							
Grönslick, Cladophora sp.	2	4	2	2	2		H
Tarmtång, Enteromorpha sp..		4					H
Blåstång, Fucus vesiculosus	5	2	7	7	4 ³⁾		H, ³⁾ VH
Sågtång, Fucus serratus	2						H
Påväxtprov	1	3	1	2	2 ⁴⁾		1 gång/ månad 4) 1 gång/ månad isfri period
Mollusker & Leddjur							
Strandsnäcka, Littorina				2			H
Radix/Theodoxus		2	1				H
Blåmussla, Mytilus edulis	3	1	3	3	2		H
Östersjömussla, Macoma baltica,		1	1		1		H
Hummer, Homarus gammarus				1			H
Krabbtaska, Cancer Pagurus				1			H
Fisk							
Gulål, Anguilla anguilla	2	2	3	3			VH
Torsk, Gadus morrhua	1	1	1	1			H
Skrubbskädda, Platichthys flesus	1				1		VH
Skärsnultra, Crenilabrus melops				1			VH
Sill/strömming, Clupea harengus	1	1	1		1 ⁵⁾		H, ⁵⁾ V
Gädda, Esox lucius		1	1		1		VH
Abborre, Perca fluviatilis		1	3		1		VH
Rötsimpa, Myoxocephalus scorpius	1			1			VH
Sik, Coregonus sp.		1					H

Översikt över provtagningsstationer för omgivningskontroll vid respektive kärnteknisk anläggning

	ANTAL PROVTAGNINGSTATIONER				
	Barsebäck	Forsmark	Oskarshamn	Ringhals	Studsvik
Intensivprogram					
Genomförs var 4:e år på våren. De senaste och kommande års intensivprogram:	2001 2005 2009	1999 2003 2007	1998 2002 2006	2000 2004 2008	1998 2002 2006
Alger					
Grönslick, Cladophora sp.	4	4	4	4	4
Tarmtång, Enteromorpha sp..		4			
Blåstång, Fucus vesiculosus	9	4	6	9	6
Mollusker					
Radix/Theodoxus		3	3		2
Strandsnäcka, Littorina sp.				3	
Blåmussla, Mytilus edulis	4	3	4	5	6
Östersjömussla, Macoma bal- tica		3	1		
Sediment	11	11	13	13	14
Antal prov i intensivprov- tagningen	28	32	31	34	32

Summa omgivnings- prover i grundprogram- met	Barsebäck	Forsmark	Oskarshamn	Ringhals	Studsvik	Westing- house Atom AB
Vårprovtagning	6	7	10	7	15	4
Höstprovtagning	33	44	47	42	32	7
Månadsprover	12	36	12	24	24	0
Mjölksprover	18	12	13	14	2	0
Kvartalsprover	8	12	8	12	0	0
Totalt	77	111	90	99	73	11

Bilaga E Analysresultat av omgivningsprov från år 2001

Samtliga analysresultat för mangan-54 kobolt-58, kobolt-60, zink-65, cesium-134 och cesium-137. För Studsvik redovisas värden för europium-152 istället för zink-65. Ytterligare nuklider finns i SSI:s databas. För mjölkprover redovisas mangan-54, kobolt-60, jod-131 och cesium-137. På de ställen där mätvärden saknas har nukliden inte detekterats i provet.

Tabell E.1 Omgivningsprover utom mjölkprover för 2001

Aktiviteten anges i Bq/kg torrvtikt för fasta prover och Bq/l för havsvatten.

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Barsebäck	Betesvall	01-10-02	B						
Barsebäck	Björnmossa	01-05-08	A						4,70
Barsebäck	Björnmossa	01-05-08	C						5,90
Barsebäck	Björnmossa	01-10-01	A						13,00
Barsebäck	Björnmossa	01-10-14	C						9,00
Barsebäck	Blåmussla	01-05-07	2			23,00			15,00
Barsebäck	Blåmussla	01-05-07	9	2,50		42,00			12,00
Barsebäck	Blåmussla	01-05-07	21			3,50			8,10
Barsebäck	Blåmussla	01-05-07	22			27,00			12,00
Barsebäck	Blåmussla	01-10-29	2			39,00			7,70
Barsebäck	Blåmussla	01-10-29	9			31,00			10,00
Barsebäck	Blåmussla	01-10-29	21			2,00			3,90
Barsebäck	Blåstång	01-05-08	1	8,30		100,00			35,00
Barsebäck	Blåstång	01-05-08	7	79,00	13,00	118,00			31,00
Barsebäck	Blåstång	01-05-08	9	8,50		130,00			30,00
Barsebäck	Blåstång	01-05-08	14	8,30		104,00			35,00
Barsebäck	Blåstång	01-06-18	16			4,70			22,00
Barsebäck	Blåstång	01-05-14	17			8,40			31,00
Barsebäck	Blåstång	01-05-13	20						32,00
Barsebäck	Blåstång	01-05-13	23			3,60			31,00
Barsebäck	Blåstång	01-10-03	1	18,00	13,00	102,00			25,00
Barsebäck	Blåstång	01-10-14	7	44,00	24,00	369,00			23,00
Barsebäck	Blåstång	01-10-02	9	7,60	3,80	53,00			25,00
Barsebäck	Blåstång	01-10-03	14	14,00	9,00	93,00			25,00
Barsebäck	Blåstång	01-10-23	16						21,00
Barsebäck	Fasan	01-11-12	B						
Barsebäck	Grönslick	01-05-08	7			22,00			19,00
Barsebäck	Grönslick	01-05-08	9	15,00		25,00			15,00
Barsebäck	Grönslick	01-05-08	14	10,00		158,00			19,00
Barsebäck	Grönslick	01-10-09	7	2,90	1,50	23,00			17,00
Barsebäck	Grönslick	01-10-09	9			267,00			21,00
Barsebäck	Gulål	01-06-12	7			1,10			26,00
Barsebäck	Gulål	01-06-12	17			36,00			33,00
Barsebäck	Gulål	01-10-01	7			2,30			22,00
Barsebäck	Gulål	01-10-02	17						13,00
Barsebäck	Havsvatten	01-03-27	2			1,70			
Barsebäck	Havsvatten	01-06-27	2	0,80		1,20			
Barsebäck	Havsvatten	01-09-27	2			1,70			
Barsebäck	Havsvatten	01-12-07	2						

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Barsebäck	Korn	01-10-12	B						1,20
Barsebäck	Korn	01-10-04	D						
Barsebäck	Nötboskap	01-10-11	A						
Barsebäck	Påväxtprov	01-03-27	7	344,00		2449,00			37,90
Barsebäck	Påväxtprov	01-04-30	7	78,50	7,80	599,00			23,10
Barsebäck	Påväxtprov	01-05-31	7	22,30	6,50	229,00			26,70
Barsebäck	Påväxtprov	01-06-27	7	67,90	15,50	1225,00			15,30
Barsebäck	Påväxtprov	01-08-30	7	378,00	643,00	3731,00	105,00		29,80
Barsebäck	Påväxtprov	01-09-27	7	13,20	16,30	296,00			25,20
Barsebäck	Påväxtprov	01-10-29	7	34,30	33,80	475,00			34,80
Barsebäck	Rådjur	01-11-12	B						3,80
Barsebäck	Rötsimpa	01-04-04	9			2,40			30,00
Barsebäck	Rötsimpa	01-10-02	9			2,40			29,00
Barsebäck	Röt slam	01-10-04	Borgeby						12,00
Barsebäck	Röt slam	01-10-04	Kävlinge						9,30
Barsebäck	Sallad	01-07-04	G						
Barsebäck	Sediment	01-03-27	38			10,30			32,00
Barsebäck	Sediment	01-06-27	38			11,10			30,10
Barsebäck	Sediment	01-09-27	38			9,80			17,30
Barsebäck	Sediment	01-12-07	38						20,30
Barsebäck	Sediment	01-10-01	38			6,40			35,00
Barsebäck	Sediment	01-05-09	30	0,80		1,90			29,00
Barsebäck	Sediment	01-05-09	31			2,50			39,00
Barsebäck	Sediment	01-05-09	32			5,90			33,00
Barsebäck	Sediment	01-05-09	33			6,20			36,00
Barsebäck	Sediment	01-05-09	34			4,30			25,00
Barsebäck	Sediment	01-05-09	35			13,00			52,00
Barsebäck	Sediment	01-05-09	36			3,60			42,00
Barsebäck	Sediment	01-05-10	37			12,00			33,00
Barsebäck	Sediment	01-05-10	39			5,90			53,00
Barsebäck	Sediment	01-05-10	40			2,50			17,00
Barsebäck	Sediment	01-05-10	41			2,00			22,00
Barsebäck	Sill/strömning	01-11-08	18						8,40
Barsebäck	Skrubbskädda	01-04-10	18						38,00
Barsebäck	Skrubbskädda	01-10-14	18						25,00
Barsebäck	Strandgräs	01-10-02	9						
Barsebäck	Sågtång	01-10-03	7	11,00	4,70	56,00			22,00
Barsebäck	Sågtång	01-10-03	14	12,00	6,70	57,00			25,00
Barsebäck	Torsk	01-10-02	7						36,00
Barsebäck	Träjon	01-10-01	A						14,00
Barsebäck	Träjon	01-10-14	C						67,00
Barsebäck	Tånglake	01-10-02	9						28,00
Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Forsmark	Abborre	01-05-08	101			2,70		3,00	220,00
Forsmark	Abborre	01-10-18	101			1,50		1,90	160,00
Forsmark	Betesvall	01-09-18	B						8,90
Forsmark	Betesvall	01-09-19	F						14,00
Forsmark	Blåstång	01-10-14	104	4,10		41,00	3,40		28,00
Forsmark	Blåstång	01-10-14	111	0,96		7,10			53,00
Forsmark	Får	01-11-08	A						42,00
Forsmark	Grönslick	01-09-20	101	52,00	15,00	240,00			62,00
Forsmark	Grönslick	01-10-14	104						58,00

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Forsmark	Grönslick	01-10-14	111						41,00
Forsmark	Gulål	01-05-08	34			1,40	1,50	0,79	93,00
Forsmark	Gulål	01-10-25	34						65,00
Forsmark	Gulål	01-05-08	101			2,70	3,70	1,40	81,00
Forsmark	Gulål	01-10-26	101			2,70	2,00	0,95	89,00
Forsmark	Gädda	01-10-24	101					2,00	170,00
Forsmark	Havsvatten	01-04-03	101						
Forsmark	Havsvatten	01-06-29	101						0,13
Forsmark	Havsvatten	01-10-01	101						
Forsmark	Havsvatten	02-01-08	101						
Forsmark	Korn	01-08-15	B						0,24
Forsmark	Nötboskap	01-05-20	A						5,20
Forsmark	Påväxtprov	01-02-02	101			210,00			59,00
Forsmark	Påväxtprov	01-02-28	101	53,00		670,00			690,00
Forsmark	Påväxtprov	01-04-03	101	57,00	11,00	950,00	27,00	7,10	610,00
Forsmark	Påväxtprov	01-05-02	101	280,00	77,00	1200,00	64,00		660,00
Forsmark	Påväxtprov	01-05-31	101	110,00	45,00	870,00			730,00
Forsmark	Påväxtprov	01-06-29	101	300,00	360,00	1800,00			330,00
Forsmark	Påväxtprov	01-07-30	101	130,00	56,00	600,00			410,00
Forsmark	Påväxtprov	01-09-03	101	170,00	110,00	930,00			230,00
Forsmark	Påväxtprov	01-10-01	101	45,00	42,00	230,00			190,00
Forsmark	Påväxtprov	01-11-05	101	150,00		720,00			410,00
Forsmark	Påväxtprov	01-12-03	101	150,00	95,00	1300,00			550,00
Forsmark	Påväxtprov	02-01-03	101						
Forsmark	Påväxtprov	01-02-02	114						130,00
Forsmark	Påväxtprov	01-02-28	114			72,00			300,00
Forsmark	Påväxtprov	01-04-03	114			72,00			430,00
Forsmark	Påväxtprov	01-05-02	114			68,00			400,00
Forsmark	Påväxtprov	01-05-31	114			130,00			380,00
Forsmark	Påväxtprov	01-06-29	114	44,00	62,00	310,00			780,00
Forsmark	Påväxtprov	01-07-30	114			140,00			360,00
Forsmark	Påväxtprov	01-09-03	114	93,00	43,00	180,00			390,00
Forsmark	Påväxtprov	01-10-01	114	30,00		140,00			470,00
Forsmark	Påväxtprov	01-11-05	114			89,00			370,00
Forsmark	Påväxtprov	01-12-03	114	23,00		95,00			380,00
Forsmark	Påväxtprov	02-01-03	114						410,00
Forsmark	Påväxtprov	01-02-02	115						190,00
Forsmark	Påväxtprov	01-02-28	115			360,00			480,00
Forsmark	Påväxtprov	01-04-03	115	55,00		370,00			390,00
Forsmark	Påväxtprov	01-05-02	115	160,00		970,00			530,00
Forsmark	Påväxtprov	01-05-31	115	56,00		420,00			690,00
Forsmark	Påväxtprov	01-06-29	115	260,00	970,00	1700,00			630,00
Forsmark	Påväxtprov	01-07-30	115	66,00	43,00	310,00			260,00
Forsmark	Påväxtprov	01-09-03	115	150,00	120,00	1000,00	31,00		240,00
Forsmark	Påväxtprov	01-10-01	115	24,00		980,00			710,00
Forsmark	Påväxtprov	01-11-05	115	180,00		1000,00			58,00
Forsmark	Påväxtprov	01-12-03	115	50,00	41,00	370,00			630,00
Forsmark	Påväxtprov	02-01-03	115						
Forsmark	Radix/Theodoxus	01-09-20	101	5,20		18,00			6,70
Forsmark	Radix/Theodoxus	01-09-21	102			10,00			14,00
Forsmark	Renlav	01-09-18	B					4,90	1100,00
Forsmark	Renlav	01-09-18	D					8,50	2400,00

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Forsmark	Rådjur	01-12-01	A						99,00
Forsmark	Röt slam	01-09-10	Forsmark	10,00		120,00			8,50
Forsmark	Röt slam	01-11-21	Öregrund						9,70
Forsmark	Röt slam	01-11-21	Östhammar			4,10			6,90
Forsmark	Röt slam	01-11-21	Skärplinge						44,00
Forsmark	Sallad	01-07-12	K						2,70
Forsmark	Sediment	01-04-03	101			3600,00			1300,00
Forsmark	Sediment	01-06-29	101			860,00			800,00
Forsmark	Sediment	01-10-01	101			1000,00			970,00
Forsmark	Sediment	02-01-03	101			520,00			570,00
Forsmark	Sediment	01-07-12	68			400,00		17,00	1100,00
Forsmark	Sediment	01-10-02	68			290,00			1100,00
Forsmark	Sik	01-09-26	22						46,00
Forsmark	Sill/strömning	01-09-26	22						69,00
Forsmark	Strandgräs	01-09-12	H					1,80	460,00
Forsmark	Tarmtång	01-09-20	101	11,00		45,00			32,00
Forsmark	Tarmtång	01-10-14	111						26,00
Forsmark	Träjon	01-09-18	B					1,90	260,00
Forsmark	Träjon	01-09-18	D					12,00	3000,00
Forsmark	Väggmossa	01-05-02	B					5,20	1100,00
Forsmark	Väggmossa	01-09-18	B			1,20		4,00	950,00
Forsmark	Väggmossa	01-05-15	C						180,00
Forsmark	Väggmossa	01-10-02	C					6,50	1600,00
Forsmark	Väggmossa	01-05-02	D					5,20	1200,00
Forsmark	Väggmossa	01-09-18	D					6,40	1400,00
Forsmark	Älg	01-10-25	A						81,00
Forsmark	Östersjömussla	01-10-24	108			3,20			6,80
Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Oskarshamn	Abborre	01-05-15	1			3,50		0,87	160,00
Oskarshamn	Abborre	01-05-22	17					0,86	180,00
Oskarshamn	Abborre	01-04-23	18						120,00
Oskarshamn	Abborre	01-09-05	1						130,00
Oskarshamn	Abborre	01-10-22	17						180,00
Oskarshamn	Abborre	01-09-27	18						73,00
Oskarshamn	Betesvall	01-09-12	A						7,50
Oskarshamn	Betesvall	01-09-12	B						
Oskarshamn	Björnmossa	01-04-24	A						68,00
Oskarshamn	Björnmossa	01-04-24	B						70,00
Oskarshamn	Björnmossa	01-04-24	C						72,00
Oskarshamn	Björnmossa	01-09-12	A						75,00
Oskarshamn	Björnmossa	01-09-12	B						56,00
Oskarshamn	Björnmossa	01-09-12	C						120,00
Oskarshamn	Blåmussla	01-10-11	12			4,90			1,90
Oskarshamn	Blåmussla	01-09-21	15						1,80
Oskarshamn	Blåmussla	01-09-21	17						2,20
Oskarshamn	Blåstång	01-09-12	11			9,60			35,00
Oskarshamn	Blåstång	01-10-10	12		1,70	31,00	2,80		26,00
Oskarshamn	Blåstång	01-09-21	15						27,00
Oskarshamn	Blåstång	01-09-21	17						30,00
Oskarshamn	Blåstång	01-09-12	18			4,70			32,00
Oskarshamn	Blåstång	01-10-30	19	0,96					29,00
Oskarshamn	Blåstång	01-09-30	23						27,00

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Oskarshamn	Grönslick	01-09-25	6	26,00	34,00	500,00	25,00		33,00
Oskarshamn	Grönslick	01-10-29	12			12,00			21,00
Oskarshamn	Gulål	01-05-21	1			2,60	7,40	0,39	44,00
Oskarshamn	Gulål	01-05-22	17						29,00
Oskarshamn	Gulål	01-05-30	18						22,00
Oskarshamn	Gulål	01-09-10	1				2,00		33,00
Oskarshamn	Gulål	01-10-22	17						24,00
Oskarshamn	Gulål	01-09-27	18						28,00
Oskarshamn	Gädda	01-04-04	1			12,00			60,00
Oskarshamn	Gädda	01-10-19	1				11,00		55,00
Oskarshamn	Havsvatten	01-03-30	2						
Oskarshamn	Havsvatten	01-06-25	2						
Oskarshamn	Havsvatten	01-10-01	2						
Oskarshamn	Havsvatten	01-12-28	2						
Oskarshamn	Nötboskap	01-11-30	B						3,60
Oskarshamn	Påväxtprov	01-01-31	1	100,00	40,00	1500,00			
Oskarshamn	Påväxtprov	01-02-28	1	47,00	42,00	1200,00	80,00		50,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-03-30	1	84,00	45,00	1500,00	45,00		38,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-05-02	1	130,00	59,00	2300,00	68,00	7,70	58,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-05-31	1	44,00	28,00	1900,00	34,00		39,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-06-29	1	80,00	84,00	2200,00	55,00		55,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-08-07	1	690,00	610,00	4500,00	150,00		38,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-08-31	1	900,00	940,00	7000,00	840,00		48,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-10-01	1	230,00	200,00	3300,00	120,00		74,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-10-31	1	75,00	110,00	1500,00	59,00		31,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-11-30	1	120,00	150,00	1800,00	61,00		130,00
Oskarshamn	Påväxtprov	01-12-28	1	590,00	520,00	6500,00	230,00		88,00
Oskarshamn	Radix/Theodoxus	01-09-24	6	13,00	3,40	80,00	5,50		9,10
Oskarshamn	Renlav	01-09-12	A						29,00
Oskarshamn	Rådjur	01-11-06	B						180,00
Oskarshamn	Rågvete	01-10-31	B						0,21
Oskarshamn	Röt slam	01-10-23	Kristdala	2,00					3,00
Oskarshamn	Röt slam	01-10-23	Figeholm	37,00		44,00			2,50
Oskarshamn	Röt slam	01-10-24	Ankarsrum						8,00
Oskarshamn	Sallad	01-08-15	B						
Oskarshamn	Sediment	01-03-28	2	35,00	7,00	1700,00	20,00		73,00
Oskarshamn	Sediment	01-06-29	2	150,00		2700,00	24,00		69,00
Oskarshamn	Sediment	01-10-01	2	41,00	17,00	1400,00	25,00		69,00
Oskarshamn	Sediment	01-12-28	2	82,00	23,00	2000,00	23,00		73,00
Oskarshamn	Sediment	01-12-07	36			240,00			86,00
Oskarshamn	Sill/strömning	01-11-21	7						47,00
Oskarshamn	Strandgräs	01-09-30	D						3,70
Oskarshamn	Strandgräs	01-09-12	11						
Oskarshamn	Torsk	01-09-05	7						78,00
Oskarshamn	Träjon	01-09-12	A						140,00
Oskarshamn	Träjon	01-09-12	B						36,00
Oskarshamn	Älg	01-11-09	F						32,00
Oskarshamn	Östersjömussla	01-09-12	20						6,00
Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Ringhals	Betesvall	01-09-26	A						3,58
Ringhals	Betesvall	01-09-25	B						157,00
Ringhals	Betesvall	01-09-25	C						17,50

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Ringhals	Blåmussla	01-09-29	3		18,60	47,50			
Ringhals	Blåmussla	01-09-25	7		14,70	3,67			1,91
Ringhals	Blåmussla	01-09-26	13		3,54	4,57			2,04
Ringhals	Blåstång	01-09-27	3	9,95	46,70	79,60			4,88
Ringhals	Blåstång	01-09-25	7	1,96	52,90	16,10			5,06
Ringhals	Blåstång	01-09-26	8	7,54	154,00	68,70			6,97
Ringhals	Blåstång	01-09-27	12b	1,68	10,20	11,30			5,85
Ringhals	Blåstång	01-09-26	13	1,35	17,30	7,54			6,44
Ringhals	Blåstång	01-09-25	16	0,35	3,15	3,41			8,30
Ringhals	Blåstång	01-09-25	25	0,72	6,40	4,72			7,01
Ringhals	Grönslick	01-09-27	3		7,92	5,00			3,15
Ringhals	Grönslick	01-09-27	12b		4,37	12,40			3,39
Ringhals	Gulål	01-04-17	21						12,10
Ringhals	Gulål	01-09-25	21						9,41
Ringhals	Gulål	01-04-10	22						9,52
Ringhals	Gulål	01-09-28	22						6,96
Ringhals	Gulål	01-04-17	23						9,47
Ringhals	Gulål	01-10-01	23						9,55
Ringhals	Havsvatten	01-03-30	3						
Ringhals	Havsvatten	01-06-25	3			0,23			
Ringhals	Havsvatten	01-09-29	3						
Ringhals	Havsvatten	01-12-13	3						
Ringhals	Hummer	01-10-05	8						
Ringhals	Korn	01-08-23	A						
Ringhals	Krabba	01-10-05	8						
Ringhals	Nötboskap	02-01-09	A						0,73
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-01-29	3			244,00			
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-02-28	3		8,63	25,00			13,30
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-03-30	3	17,00	15,50	387,00			
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-04-27	3	40,70	24,40	1640,00			12,60
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-05-30	3		17,40	133,00			
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-06-28	3		132,00	128,00			
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-08-01	3	21,50	181,00	254,00			12,30
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-08-30	3	16,80	33,40	88,40			4,30
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-09-28	3	8,60	46,00	64,30			8,36
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-10-29	3	10,70	19,50	45,50			10,50
Ringhals	Påväxtprov-platta	01-11-29	3		57,80	48,00			
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-01-29	3			96,10			15,00
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-02-28	3		9,34	42,10			20,90
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-03-30	3	11,40	13,00	300,00			13,30
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-04-27	3	12,20	8,32	451,00			9,01
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-05-30	3	10,60	14,40	204,00			
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-06-28	3	18,60	93,40	204,00			11,60
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-08-01	3	13,90	121,00	125,00			7,72
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-08-30	3	15,10	20,70	56,20			4,96
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-09-28	3	37,30	137,00	242,00			8,16
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-10-29	3	14,20	40,80	93,60			18,20
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-11-29	3		58,20	89,60			25,40
Ringhals	Påväxtprov-rep	01-12-28	3			18,40			
Ringhals	Renlav	01-09-26	A			1,91			232,00
Ringhals	Renlav	01-09-25	C						121,00

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Zn-65	Cs-134	Cs-137
Ringhals	Rötsimpa	01-04-10	22						11,10
Ringhals	Rötsimpa	01-09-28	22						8,37
Ringhals	Röt slam	01-10-26	Bua						3,31
Ringhals	Röt slam	01-10-26	Kungsbacka						6,85
Ringhals	Röt slam	01-10-26	Veddige			4,04			5,35
Ringhals	Röt slam	01-10-26	Varberg						4,49
Ringhals	Sallad	01-08-02	A						
Ringhals	Sediment	01-03-31	3			4,43			2,26
Ringhals	Sediment	01-06-25	3			3,43			1,19
Ringhals	Sediment	01-09-28	3			5,54			2,25
Ringhals	Sediment	01-12-13	3			4,20			2,05
Ringhals	Sediment	01-03-30	11b	0,78		9,34			7,35
Ringhals	Sediment	01-06-25	11b			4,98			1,51
Ringhals	Sediment	01-09-20	11b			7,38			7,98
Ringhals	Sediment	01-12-13	11b			4,98			5,33
Ringhals	Sediment	01-09-18	35						15,60
Ringhals	Skärsnullet	01-04-17	22						16,50
Ringhals	Skärsnullet	01-09-28	22						13,20
Ringhals	Strandgräs	01-09-26	12b						
Ringhals	Strandsnäcka	01-09-29	3	0,90	2,00	3,38			0,55
Ringhals	Strandsnäcka	01-09-25	25		0,24	0,48			0,29
Ringhals	Torsk	01-10-01	22						12,80
Ringhals	Träjon	01-09-25	B						147,00
Ringhals	Väggmossa	01-05-10	A						20,20
Ringhals	Väggmossa	01-09-26	A						19,40
Ringhals	Väggmossa	01-05-10	C						38,60
Ringhals	Väggmossa	01-09-25	C						61,80
Ringhals	Älg	01-10-09	C						
Ringhals	Örnbräken	01-09-25	C					5,76	632,00

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Eu-152	Cs-134	Cs-137
Studsvik	Abborre	01-05-25	F5						188,00
Studsvik	Abborre	01-10-12	F5						147,00
Studsvik	Betesvall	01-09-01	B						10,20
Studsvik	Blåmussla	01-08-30	3B	8,74		71,30	16,50	2,49	20,50
Studsvik	Blåmussla	01-08-30	3S	4,72		38,50	9,20		16,50
Studsvik	Blåstång	01-04-21	3B	64,90		550,00			69,60
Studsvik	Blåstång	01-04-21	3S	35,90		493,00			64,60
Studsvik	Blåstång	01-04-21	33	25,10		164,00		5,44	72,40
Studsvik	Blåstång	01-04-21	34	12,00		82,90			62,50
Studsvik	Blåstång	01-08-31	3B	9,89		39,00			55,10
Studsvik	Blåstång	01-08-31	3S	7,90		33,90			48,10
Studsvik	Blåstång	01-08-31	33	6,77		34,30			53,40
Studsvik	Blåstång	01-08-31	34	4,60		26,90			52,90
Studsvik	Får	01-12-11	B						19,40
Studsvik	Grönslick	01-08-02	3B			8,92			19,70
Studsvik	Grönslick	01-08-02	3S			12,60			26,90
Studsvik	Gädda	01-05-25	F5						118,00
Studsvik	Gädda	01-09-28	F5						104,00
Studsvik	Nötboskap	01-12-18	H						0,89
Studsvik	Påväxtprov	01-01-28	3N	90,50		865,00		175,00	1090,00
Studsvik	Påväxtprov	01-03-31	3N	18,70		200,00	102,00	142,00	1330,00

Anläggning	Provslag	Datum	Station	Mn-54	Co-58	Co-60	Eu-152	Cs-134	Cs-137
Studsvik	Påväxtprov	01-04-30	3N	11,30		126,00		22,60	351,00
Studsvik	Påväxtprov	01-05-30	3N			95,20		27,80	256,00
Studsvik	Påväxtprov	01-06-30	3N	6,50		92,80			138,00
Studsvik	Påväxtprov	01-08-02	3N			36,70			76,90
Studsvik	Påväxtprov	01-09-01	3N			51,70			103,00
Studsvik	Påväxtprov	01-09-28	3N	278,00		1420,00		127,00	912,00
Studsvik	Påväxtprov	01-10-30	3N	171,00		990,00	53,80	138,00	1180,00
Studsvik	Påväxtprov	01-12-02	3N	95,00		390,00			448,00
Studsvik	Påväxtprov	01-01-28	3S	108,00		1130,00	128,00	144,00	1510,00
Studsvik	Påväxtprov	01-03-31	3S	8,00		121,00	46,60	107,00	1080,00
Studsvik	Påväxtprov	01-04-30	3S			169,00		31,00	390,00
Studsvik	Påväxtprov	01-05-30	3S	6,80		63,90	22,80	15,30	214,00
Studsvik	Påväxtprov	01-06-30	3S			71,90			166,00
Studsvik	Påväxtprov	01-08-02	3S			25,70			60,20
Studsvik	Påväxtprov	01-09-01	3S	11,60		44,30			74,20
Studsvik	Påväxtprov	01-09-28	3S	289,00		1470,00		88,70	804,00
Studsvik	Påväxtprov	01-10-30	3S	181,00		1080,00		67,70	596,00
Studsvik	Påväxtprov	01-12-02	3S	109,00		449,00		95,20	700,00
Studsvik	Renlav	01-09-01	B						53,10
Studsvik	Renlav	01-09-01	C						74,40
Studsvik	Råg	01-09-30	A						
Studsvik	Råg	01-09-30	C						
Studsvik	Röt slam	01-10-11	Nyköping			1,27			5,01
Studsvik	Röt slam	01-11-22	Trosa						2,11
Studsvik	Röt slam	01-10-03	Tystberga						7,09
Studsvik	Sallad	01-07-18	B						6,30
Studsvik	Sediment	01-04-21	2			207,00	184,00	77,80	824,00
Studsvik	Sediment	01-04-21	3N			410,00	491,00	371,00	3470,00
Studsvik	Sediment	01-04-21	3S			117,00	114,00	35,50	485,00
Studsvik	Sediment	01-04-21	4			128,00	80,60	19,10	626,00
Studsvik	Sediment	01-04-21	7			88,90		10,80	569,00
Studsvik	Sediment	01-09-02	2			204,00	191,00	84,50	917,00
Studsvik	Sediment	01-09-02	3N	6,78		317,00	428,00	277,00	2830,00
Studsvik	Sediment	01-09-02	3S	3,44		213,00	159,00	131,00	1180,00
Studsvik	Sediment	01-09-02	4			96,10	56,10	7,94	446,00
Studsvik	Sediment	01-09-02	7			74,40	40,20		493,00
Studsvik	Sill/strömning	01-05-24	F3						14,30
Studsvik	Skrubbskädda	01-05-25	F3					2,04	108,00
Studsvik	Skrubbskädda	01-09-28	F3					2,03	74,50
Studsvik	Väggmossa	01-05-23	B						28,50
Studsvik	Väggmossa	01-05-25	C						28,70
Studsvik	Väggmossa	01-09-01	B						44,60
Studsvik	Väggmossa	01-09-01	C						21,90
Studsvik	Älg	01-11-01	A						12,00
Studsvik	Östersjömussla	01-08-30	2			79,30	12,20	1,73	15,10

Tabell E.2 Omgivningsprover för Westinghouse Atom AB 2001

Aktiviteten anges i Bq/kg torrsvikt för fasta prover och Bq/l för vatten.

Anläggning	Provslag	Datum	Station	U-234	U-235	U-238
Westinghouse Atom AB	Nederbörd	01-05-30	A	0,007	0,0003	0,0022
Westinghouse Atom AB	Nederbörd	01-05-30	B	0,0177	0,0006	0,0037
Westinghouse Atom AB	Nederbörd	01-05-30	C	0,0053	0,0002	0,0015
Westinghouse Atom AB	Nederbörd	01-10-03	A	0,0055	0,00025	0,0022
Westinghouse Atom AB	Nederbörd	01-10-03	B	0,0087	0,00033	0,002
Westinghouse Atom AB	Nederbörd	01-10-03	C	0,0044	0,00021	0,0012
Westinghouse Atom AB	Nederbörd	01-10-03	D	0,0083	0,0014	0,0018
Westinghouse Atom AB	Gräs	01-10-03	C	1,0	<0,1	0,44
Westinghouse Atom AB	Gräs	01-10-03	D	7,7	0,3	5,6
Westinghouse Atom AB	Röt slam	01-10-03	E	360	12	287

Tabell E.3. Mjolkprover 2001

Aktiviteten anges i Bq/liter.

Anläggning	Datum	Provslag	Station	Mn-54	Co-60	I-131	Cs-137
Barsebäck	01-01-18	Mjolk	F	<0,17	<1,50	<0,10	<0,15
Barsebäck	01-02-13	Mjolk	F	<0,19	<1,00	<0,10	<0,15
Barsebäck	01-03-15	Mjolk	F	<0,10	<0,26	<0,11	<0,13
Barsebäck	01-04-09	Mjolk	F	<0,50	<1,60	<0,10	<0,20
Barsebäck	01-05-10	Mjolk	F	<0,19	<1,60	<0,12	<0,16
Barsebäck	01-05-21	Mjolk	F	<0,50	<1,50	<0,10	<0,16
Barsebäck	01-06-08	Mjolk	F	<0,20	<1,50	<0,10	<0,12
Barsebäck	01-06-18	Mjolk	F	<0,12	<0,30	<0,06	<0,14
Barsebäck	01-07-04	Mjolk	F	<0,11	<0,33	<0,06	<0,13
Barsebäck	01-07-16	Mjolk	F	<0,11	<0,33	<0,06	<0,15
Barsebäck	01-07-31	Mjolk	F	<0,16	<0,80	<0,10	<0,14
Barsebäck	01-08-14	Mjolk	F	<0,12	<0,31	<0,10	<0,12
Barsebäck	01-08-30	Mjolk	F	<0,12	<1,60	<0,07	<0,13
Barsebäck	01-09-14	Mjolk	F	<0,14	<0,90	<0,10	<0,12
Barsebäck	01-09-26	Mjolk	F	<0,25	<0,90	<0,10	<0,12
Barsebäck	01-10-09	Mjolk	F	<0,11	<0,90	<0,10	<0,11
Barsebäck	01-11-27	Mjolk	F	<0,12	<0,32	<0,10	<0,10
Barsebäck	01-12-19	Mjolk	F	<0,15	<0,30	<0,10	<0,13

Anläggning	Datum	Provslag	Station	Mn-54	Co-60	I-131	Cs-137
Forsmark	01-05-23	Mjök	L	<0,10	<0,13	<0,10	0,53
Forsmark	01-06-07	Mjök	L	<0,11	<0,14	<0,11	1,20
Forsmark	01-06-21	Mjök	L	<0,10	<0,14	<0,10	1,40
Forsmark	01-07-05	Mjök	L	<0,10	<0,13	<0,10	1,50
Forsmark	01-07-19	Mjök	L	<0,10	<0,13	<0,11	2,90
Forsmark	01-08-02	Mjök	L	<0,11	<0,14	<0,11	1,60
Forsmark	01-08-16	Mjök	L	<0,10	<0,14	<0,10	2,10
Forsmark	01-08-30	Mjök	L	<0,10	<0,13	<0,11	2,10
Forsmark	01-09-13	Mjök	L	<0,10	<0,13	<0,11	2,20
Forsmark	01-09-27	Mjök	L	<0,10	<0,15	<0,11	1,30
Forsmark	01-10-11	Mjök	L	<0,10	<0,13	<0,10	1,70
Forsmark	01-10-25	Mjök	L	<0,11	<0,14	<0,10	0,65
Forsmark	01-11-08	Mjök	L	<0,10	<0,14	<0,10	0,75
Anläggning	Datum	Provslag	Station	Mn-54	Co-60	I-131	Cs-137
Oskarshamn	01-05-09	Mjök	B	<0,17	<0,20	<0,13	0,14
Oskarshamn	01-05-23	Mjök	B	<0,14	<0,19	<0,10	<0,16
Oskarshamn	01-06-06	Mjök	B	<0,17	<0,26	<0,12	0,24
Oskarshamn	01-06-20	Mjök	B	<0,14	<0,16	<0,09	0,32
Oskarshamn	01-07-04	Mjök	B	<0,11	<0,16	<0,10	<0,16
Oskarshamn	01-07-18	Mjök	B	<0,17	<0,26	<0,13	0,20
Oskarshamn	01-08-01	Mjök	B	<0,19	<0,24	<0,08	<0,15
Oskarshamn	01-08-15	Mjök	B	<0,10	<0,26	<0,13	0,18
Oskarshamn	01-08-29	Mjök	B	<0,16	<0,25	<0,15	0,42
Oskarshamn	01-09-12	Mjök	B	<0,20	<0,23	<0,13	0,15
Oskarshamn	01-09-26	Mjök	B	<0,12	<0,25	<0,12	<0,15
Oskarshamn	01-10-10	Mjök	B	<0,15	<0,20	<0,15	<0,14
Oskarshamn	01-10-24	Mjök	B	<0,09	<0,25	<0,16	0,15
Anläggning	Datum	Provslag	Station	Mn-54	Co-60	I-131	Cs-137
Ringhals	01-05-03	Mjök	A	<0,11	<0,14	<0,11	<0,13
Ringhals	01-05-17	Mjök	A	<0,10	<0,11	<0,10	<0,11
Ringhals	01-05-30	Mjök	A	<0,08	<0,11	<0,09	0,16
Ringhals	01-06-13	Mjök	A	<0,11	0,24	<0,10	0,17
Ringhals	01-06-27	Mjök	A	<0,11	0,25	<0,11	0,15
Ringhals	01-07-11	Mjök	A	<0,09	<0,10	<0,09	0,24
Ringhals	01-07-25	Mjök	A	<0,08	<0,10	<0,09	0,33
Ringhals	01-08-08	Mjök	A	<0,09	<0,10	<0,09	0,22
Ringhals	01-08-22	Mjök	A	<0,11	<0,11	<0,10	0,16
Ringhals	01-09-07	Mjök	A	<0,09	<0,10	<0,10	<0,10
Ringhals	01-09-20	Mjök	A	<0,10	<0,11	<0,10	<0,11
Ringhals	01-10-04	Mjök	A	<0,10	<0,11	<0,10	0,30
Ringhals	01-10-18	Mjök	A	<0,10	<0,11	<0,10	<0,11
Anläggning	Datum	Provslag	Station	Mn-54	Co-60	I-131	Cs-137
Studsvik	01-06-15	Mjök	G	<0,53	<0,50	<0,48	<0,58
Studsvik	01-10-26	Mjök	G	<0,49	<0,51	<0,52	<0,63

Bilaga F Resultat från SSI:s kontrollmätningar

Tabell F.1. En jämförelse mellan de kärntekniska anläggningarnas egenkontroll och mätningar utförda vid SSI av utsläppta mängder till vattenrecipient under år 2001. Resultaten redovisas som ett urval av gammastrålande nuklider, tritium och strontium-90 per anläggning i Bq/år.

Nuklid	SSI	Barsebäck	SSI	Forsmark	SSI	OKG+CLAB	SSI	Ringhals	SSI	Studsvik
Mn-54	1,93E+09	2,77E+09	6,89E+08	7,93E+08	5,12E+08	6,32E+08	1,32E+09	1,20E+09	7,26E+08	6,54E+08
Co-60	2,61E+10	3,07E+10	4,75E+09	4,26E+09	5,91E+09	8,03E+09	2,38E+10	1,96E+10	5,04E+09	4,87E+09
Cs-134	9,77E+08	1,12E+09	2,70E+08	1,97E+08	2,03E+08	2,32E+08	Nd	3,40E+07	6,74E+09	6,71E+09
Cs-137	6,94E+09	6,97E+09	1,00E+09	1,12E+09	4,97E+08	6,30E+08	5,99E+08	5,95E+08	1,11E+10	1,20E+10
H-3	2,83E+11	3,19E+11	1,21E+12	1,85E+12	1,10E+12	1,23E+12	2,43E+13	2,49E+13	1,40E+13	1,60E+13
Sr-90	2,59E+06	1,59E+06	2,75E+06	Nd	2,47E+06	3,78E+06	1,40E+07	5,25E+06	1,14E+10	1,00E+10

Tabell F.2. En jämförelse mellan de kärntekniska anläggningarnas egenkontroll och mätningar utförda vid SSI av utsläppta mängder till vattenrecipient under år 2001. Resultaten redovisas som ett urval av gammastrålande nuklider, tritium och strontium-90 för varje utsläppspunkt i Bq/år.

Anläggning/SSI	Mn-54	Co-60	Cs-134	Cs-137	H-3	Sr-90
Barsebäck	2,77E+09	3,07E+10	1,12E+09	6,97E+09	3,19E+11	1,59E+06
SSI	1,93E+09	2,61E+10	9,77E+08	6,94E+09	2,82E+11	2,59E+06
Forsmark 1+2	7,96E+08	4,23E+09	1,96E+08	1,11E+09	1,36E+12	Nd
SSI	6,62E+08	4,71E+09	2,68E+08	9,91E+08	7,55E+11	2,49E+06
Forsmark 3	2,41E+07	3,51E+07	1,63E+06	7,46E+06	4,93E+11	Nd
SSI	2,70E+07	3,96E+07	2,40E+06	9,56E+06	4,52E+11	2,58E+05
OKG 1+2	5,60E+08	7,10E+09	2,10E+08	5,00E+08	6,00E+11	3,40E+06
SSI	4,57E+08	5,11E+09	1,79E+08	3,79E+08	5,76E+11	2,12E+06
OKG 3	6,90E+07	7,80E+08	2,20E+07	6,80E+07	6,30E+11	2,40E+05
SSI	5,37E+07	7,18E+08	2,43E+07	6,31E+07	5,28E+11	3,05E+05
CLAB	3,00E+06	1,50E+08	5,90E+04	6,20E+07	8,70E+08	1,40E+05
SSI	1,59E+06	8,21E+07	Nd	5,50E+07	5,07E+08	4,29E+04
Ringhals 1	6,34E+08	1,69E+10	5,29E+06	4,90E+08	6,73E+11	2,39E+06
SSI	8,74E+08	2,26E+10	Nd	5,13E+08	6,61E+11	7,83E+06
Ringhals 2	3,45E+07	4,63E+08	7,94E+06	3,79E+07	1,05E+13	8,45E+05
SSI	2,08E+07	3,75E+08	Nd	1,79E+07	1,01E+13	3,48E+06
Ringhals 3	4,48E+08	1,55E+09	Nd	3,55E+07	9,18E+12	Nd
SSI	3,30E+08	8,14E+08	Nd	3,54E+07	9,24E+12	1,36E+06
Ringhals 4	8,83E+07	6,81E+08	2,08E+07	3,16E+07	4,58E+12	2,01E+06
SSI	9,68E+07	4,87E+08	Nd	3,26E+07	4,32E+12	1,32E+06
Studsvik Bergösundet (K4)	6,50E+08	4,80E+09	6,70E+09	1,20E+10	1,60E+13	1,00E+10
SSI	7,12E+08	4,98E+09	6,74E+09	1,11E+10	1,40E+13	1,14E+10
Studsvik Tvären (K5)	4,20E+06	7,30E+07	7,80E+06	4,00E+07	2,80E+10	3,10E+06
SSI	1,45E+07	5,44E+07	4,61E+06	2,10E+07	4,09E+10	6,83E+06

Tabell F.3. Resultat för mätningar av kobolt-60 på utsläppsvatten 2001 (Bq/månad).

Anläggning/SSI	januari	februari	mars	april	maj	juni
Barsebäck			5,36E+09			7,22E+08
SSI			5,29E+09			5,48E+08
Forsmark 1+2			5,90E+08			3,56E+08
SSI			6,12E+08			2,81E+08
Forsmark 3			8,77E+05			9,99E+05
SSI			7,82E+05			9,37E+05
OKG 1+2			7,8E+08			3,3E+08
SSI			8,26E+08			1,20E+08
OKG 3			7,8E+07			6,7E+07
SSI			1,01E+08			4,78E+07
CLAB			1,4E+07			1,1E+07
SSI			9,04E+06			9,10E+06
Ringhals 1			4,81E+09			4,88E+08
SSI			4,63E+09			1,07E+09
Ringhals 2			2,05E+07			2,19E+08
SSI			6,67E+06			8,93E+07
Ringhals 3			2,01E+08			7,95E+07
SSI			2,35E+08			7,63E+07
Ringhals 4			6,16E+07			2,14E+07
SSI			1,38E+08			3,17E+07
Anläggning/SSI	juli	augusti	september	oktober	november	december
Barsebäck			4,37E+08			3,23E+08
SSI			3,67E+08			2,91E+08
Forsmark 1+2			5,60E+06			8,14E+07
SSI			7,06E+07			4,64E+08
Forsmark 3			2,57E+06			1,90E+06
SSI			2,52E+06			1,08E+06
OKG 1+2			4,3E+08			1,6E+09
SSI			3,95E+08			1,16E+09
OKG 3			2,9E+07			7,9E+07
SSI			3,53E+07			2,93E+07
CLAB			1,5E+07			6,9E+06
SSI			7,82E+06			4,57E+06
Ringhals 1			5,87E+08			3,20E+08
SSI			1,06E+08			4,00E+08
Ringhals 2			9,41E+06			1,06E+08
SSI			6,75E+07			6,61E+07
Ringhals 3			3,40E+07			5,08E+07
SSI			7,14E+07			7,62E+07
Ringhals 4			2,21E+08			1,53E+07
SSI			2,56E+08			3,06E+07

Tabell F.4. Resultat för mätningar av cesium-134 på utsläppsvatten 2001 (Bq/månad).

Anläggning/SSI	januari	februari	mars	april	maj	juni
Barsebäck			1,56E+08			1,00E+07
SSI			1,53E+08			8,89E+06
Forsmark 1+2			5,04E+07			4,35E+07
SSI			4,63E+07			4,92E+07
Forsmark 3			4,92E+05			Nd
SSI			3,21E+05			Nd
OKG 1+2			2,5E+07			6,5E+06
SSI			1,33E+07			5,65E+06
OKG 3			1,7E+06			1,9E+06
SSI			1,68E+04			Nd
CLAB			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd
Ringhals 1			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd
Ringhals 2			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd
Ringhals 3			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd
Ringhals 4			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd
Anläggning/SSI	juli	augusti	september	oktober	november	december
Barsebäck			3,95E+06			2,96E+06
SSI			4,26E+06			2,86E+06
Forsmark 1+2			Nd			Nd
SSI			Nd			2,30E+07
Forsmark 3			Nd			Nd
SSI			1,53E+04			Nd
OKG 1+2			1,4E+07			3,7E+07
SSI			1,13E+07			4,67E+07
OKG 3			Nd			1,4E+06
SSI			1,38E+04			1,40E+06
CLAB			Nd			Nd
SSI			3,37E+03			Nd
Ringhals 1			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd
Ringhals 2			3,35E+05			Nd
SSI			Nd			Nd
Ringhals 3			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd
Ringhals 4			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd

Tabell F.5. Resultat för mätningar av cesium-137 på utsläppsvatten 2001 (Bq/månad).

Anläggning/SSI	januari	februari	mars	april	maj	juni
Barsebäck			8,80E+08			9,86E+07
SSI			8,90E+08			8,89E+07
Forsmark 1+2			1,99E+08			1,38E+08
SSI			2,01E+08			1,30E+08
Forsmark 3			1,36E+06			4,62E+04
SSI			1,20E+06			3,43E+05
OKG 1+2			5,8E+07			1,4E+07
SSI			2,40E+07			1,06E+07
OKG 3			3,5E+06			4,4E+06
SSI			2,59E+06			4,63E+06
CLAB			2,2E+06			8,3E+06
SSI			2,02E+06			1,21E+07
Ringhals 1			6,71E+07			3,58E+07
SSI			6,89E+07			3,13E+07
Ringhals 2			4,58E+05			1,37E+06
SSI			7,46E+05			7,97E+05
Ringhals 3			1,48E+07			6,92E+06
SSI			1,35E+07			6,49E+06
Ringhals 4			5,17E+05			2,15E+05
SSI			4,99E+05			2,67E+05
Anläggning/SSI	Juli	augusti	september	oktober	november	december
Barsebäck			4,08E+07			2,76E+07
SSI			3,80E+07			2,57E+07
Forsmark 1+2			1,74E+07			1,19E+07
SSI			1,52E+07			8,31E+07
Forsmark 3			7,78E+05			Nd
SSI			3,17E+05			Nd
OKG 1+2			3,5E+07			1,4E+08
SSI			3,08E+07			1,34E+08
OKG 3			Nd			4,5E+06
SSI			5,62E+06			4,65E+06
CLAB			1,9E+06			7,9E+06
SSI			2,82E+05			6,34E+06
Ringhals 1			3,28E+07			1,07E+07
SSI			2,91E+07			9,79E+06
Ringhals 2			1,60E+06			5,52E+06
SSI			1,65E+06			5,18E+06
Ringhals 3			3,36E+06			1,83E+06
SSI			3,11E+06			3,22E+06
Ringhals 4			7,14E+06			8,51E+05
SSI			7,08E+06			6,35E+05

Tabell F.6. Resultat för mätningar av mangan-54 på utsläppsvatten 2001 (Bq/månad).

Anläggning/SSI	januari	februari	mars	april	maj	juni
Barsebäck			3,85E+08			3,57E+07
SSI			3,75E+08			3,30E+07
Forsmark 1+2			4,07E+07			6,61E+07
SSI			2,74E+07			3,70E+07
Forsmark 3			Nd			Nd
SSI			Nd			Nd
OKG 1+2			3,9E+07			1,2E+07
SSI			4,47E+07			1,07E+07
OKG 3			8,5E+06			9,1E+06
SSI			4,59E+06			6,29E+06
CLAB			Nd			1,0E+06
SSI			3,39E+05			2,66E+05
Ringhals 1			1,07E+08			1,81E+07
SSI			9,73E+07			2,97E+07
Ringhals 2			1,07E+06			1,91E+07
SSI			3,29E+05			9,74E+06
Ringhals 3			1,93E+07			2,47E+07
SSI			2,46E+07			2,45E+07
Ringhals 4			4,49E+06			1,47E+06
SSI			6,25E+06			1,73E+06
Anläggning/SSI	juli	augusti	september	oktober	november	december
Barsebäck			4,82E+07			2,87E+07
SSI			3,42E+07			2,59E+07
Forsmark 1+2			1,24E+07			6,14E+06
SSI			1,31E+07			6,97E+07
Forsmark 3			1,65E+06			7,57E+05
SSI			1,27E+06			6,62E+05
OKG 1+2			4,0E+07			9,5E+07
SSI			3,61E+07			1,40E+08
OKG 3			4,6E+06			3,7E+06
SSI			3,45E+06			1,56E+06
CLAB			Nd			Nd
SSI			1,38E+05			2,28E+04
Ringhals 1			5,65E+07			1,20E+07
SSI			1,06E+07			1,55E+07
Ringhals 2			7,99E+05			4,73E+06
SSI			1,32E+06			3,80E+06
Ringhals 3			7,21E+06			1,86E+07
SSI			1,36E+07			2,62E+07
Ringhals 4			2,48E+07			5,52E+06
SSI			2,66E+07			5,58E+06

Tabell F.7. Jämförande analyser på omgivningsprover våren 2001. Aktiviteten anges i Bq per kg torrsvikt.

Anläggning/provslag	Provtagningsdatum	Co-60 Bq/kg		Cs-134 Bq/kg		Cs-137 Bq/kg		K-40 Bq/kg		Sr-90 (Bq/l) resp. (Bq/kg)
		SSI	industri	SSI	industri	SSI	industri	SSI	industri	SSI
BARSEBÄCK										
Björnmossa stn A	2001-05-08	Nd	Nd				4,7	120,8	318,0	
Gulålstn 7	2001-04-25	1,2	1,1			21,5	26,0	298,2	404,0	0,8
Gulålstn 17	2001-06-12	30,9	36			26,5	33,0	292,6	375,0	0,3
FORSMARK										
Abborre stn 101	2001-05-08	1,3	2,7	2,3	Nd	197,4	220,0	716,7	780,0	7,8
Sediment stn 101	2001-04-03	1659,0	3600,0		24,0	1343,0	1300,0	982,6		
Väggmossa stn B	2001-05-02		0,8		5,2	876,8	1100,0	193,5	250,0	
OSKARSHAMN										
Björnmossa stn C	2001-04-24		3,2		1,5	84,2	72,0	278,0	170,0	
Sediment stn 2	2001-03-30	1536,0	1700,0		3,1	61,1	73,0	802,7		
Ålstn 18	2001-05-30		0,9		0,4	22,5	22,0	300,6	260,0	1,2
RINGHALS										
Sediment stn 3	2001-06-25	6,4				6,1		667,1		
Skärsnulta stn 22	2001-04-25	1,0	0,6		0,6	13,4	16,5	131,0	712,0	0,8
Väggmossa stn A	2001-05-10		0,7		0,7	26,7	20,2	290,3	159,0	
STUDSVIK										
Gädda stn F3*	2001-05-25		2,9	0,8	2,8	134,0	188,0	653,4	481,0	0,7
Sediment stn 2	2001-04-21	250,8		92,6		1019,0		1089,0		
Väggmossa stn B	2001-05-23		3,2		4,0	24,3	28,5	389,3	123,0	

*Närmast jämföra bara prov taget av anläggningen

Tabell F.8. Jämförande analyser på omgivningsprover hösten 2001. Aktiviteten anges i Bq per kg torrsvikt.

Anläggning/provslag	Provtagningsdatum	Co-60 Bq/kg		Cs-134 Bq/kg		Cs-137 Bq/kg		K-40 Bq/kg	
		SSI	industri	SSI	industri	SSI	industri	SSI	industri
BARSEBÄCK									
Björnmossa stn A	2001-10-01					3,6	13,0	382,3	453,0
Blåstång stn 9	2001-10-22	89,7	53,0			29,8	25,0	994,2	853,0
Gulål stn 7	2001-10-01	2,6	2,3			18,6	22,0	322,0	407,0
Sediment stn 38	2001-10-01		6,4			30,7	35,0	671,9	711,0
Strandgräs stn 38	2001-10-02							759,4	1 009,0
Torsklever stn 38*	2001-10-29	2,3						24,2	
FORSMARK									
Blåstång stn 104	2001-10-14	41,9	41,0		0,8	30,5	28,0	683,4	630,0
Sediment stn 135	2001-09-25	4,9		1,39		404,9		939,8	
Väggmossa stn B	2001-09-18		1,2		4,0	712,3	950,0	163,5	230,0
OSKARSHAMN									
Björnmossa stn A	2001-09-12		4,0		2,1	81,4	75,0	257,5	290,0
Blåstång stn 15	2001-09-21		1,4		0,8	31,0	27,0	777,4	670,0
Gulål stn 18	2001-09-27		0,6		0,3	31,1	28,0	189,0	180,0
Sediment stn 2	2001-10-01	1093,0	1400,0		3,8	58,4	69,0	327,7	
Strandgräs stn D	2001-09-30	1,6	1,5		0,7	7,0	3,7	283,6	280,0
RINGHALS									
Blåstång stn 12B	2001-09-27	10,4	11,3		0,4	3,4	5,9	654,6	670,0
Skärsnulta stn 22	2001-09-28	0,7	0,5		0,6	12,7	13,2	651,9	625,0
Sediment stn 3	2001-09-28	3,0	5,5		0,5	2,7	2,3	671,6	537,0
Strandgräs stn A	2001-09-26	2,3	0,7		0,8		0,7	342,1	443,0
Väggmossa stn A	2001-10-31		0,8		1,0	31,2	19,4	217,0	171,0
STUDSVIK									
Abborre stn F5	2001-09-01		4,9		5,3		1,5	679,4	626,0
Blåstång stn 33	2001-08-31	23,7	26,9		2,2	13,3	52,9	480,8	606,0
Sediment stn 2	2001-09-02		204,0		84,5	34,1	917,0		836,0
Väggmossa stn B	2001-09-01		4,0		5,3	48,2	44,6	142,5	125,0

* Finns inget jämförbart prov taget av anläggningen

Tabell F.9. Jämförande analys av omgivningsprov fiskskelett och muskel, utförda av SSI 2001.

Anläggning/provslag	Årstid	Provtagnings datum	Co-60 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	Sr-90 Bq/kg
Barsebäck					
Gulålskelett stn 7	Vår	2001-04-25	Nd	1,5	0,9
Gulål stn 7			1,2	21,5	0,8
Gulålskelett stn 17	Vår	2001-06-12	48,9	Nd	2,9
Gulål stn 17			30,6	26,5	0,3
Forsmark					
Abborrskelett stn 101	Vår	2001-05-08	1,1	26,8	12,3
Abborre stn 101			1,3	197,4	7,8
Oskarshamn					
Gulålskelett stn 18	Vår	2001-05-30	4,4	3,9	2,6
Gulål stn 18			Nd	22,5	1,2
Gulålskelett stn 18	Höst	2001-09-27	2,9	4,5	Nd
Gulål stn 18				31,1	
Ringhals					
Skärsnultraskelett stn 22	Vår	2001-04-25	3,5	4,5	3,9
Skärsnultra stn 22			1,0	13,4	0,8
Skärsnultraskelett stn 22	Höst	2001-09-28	1,6	1,4	Nd
Skärsnultra stn 22			0,7	12,7	
Studsвик					
Gäddskelett stn F3	Vår	2001-05-25		17,8	6,3
Gädda stn F3				134,0	0,7
Abborrskelett stn F5	Höst	2001-09-01		13,3	
Abborre stn F5				150,8	

Bilaga G Utsläppen redovisade som globala kollektivdoser och kollektivdosindex

Kollektivdosen (anges i enheten manSv) är produkten av antalet bestrålade individer och individernas genomsnittliga stråldos. Den globala kollektivdosen orsakad av anläggningarnas utsläpp skall redovisas. Enligt SSI:s utsläppsföreskrifter (SSI FS 1991:5) gäller ett referensvärde för utsläppen på 5 manSv per GW installerad elektrisk effekt och år. Kollektivdosen för svensk kärnkraft ligger mycket nära referensvärdet. Med tanke på att kärnkraften byggts ut betydligt mindre än antaget bedöms målet att begränsa den framtida individdosen vara uppfyllt med god marginal.

Kollektivdosen ska även redovisas som kollektivdosindex. Kollektivdosindex är förhållandet mellan den verkliga kollektivdosen från ett års utsläpp och det utsläpp som jämnt fördelat över året förorsakar kollektivdosen 5 manSv per GW installerad effekt och år.

I Tabell G.3 redovisas kollektivdoser och kollektivdosindex för utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftverken och Westinghouse Atom AB, exklusive bidraget från kol-14.

Tabell G.3 Kollektivdoser och kollektivdosindex från utsläppen under år 2001 från kärnkraftverken samt Westinghouse Atom AB, exklusive bidraget från kol-14.

	2001	
	Kollektivdos ManSv	Kollektivdosindex
Barsebäck	$2,12 \times 10^{-3}$	$6,90 \times 10^{-4}$
Forsmark	$1,15 \times 10^{-3}$	$7,16 \times 10^{-5}$
Oskarshamn	$8,72 \times 10^{-3}$	$7,60 \times 10^{-4}$
Ringhals	$7,23 \times 10^{-3}$	$3,90 \times 10^{-4}$
Westinghouse Atom AB		$1,30 \times 10^{-4}$
Total	$1,92 \times 10^{-2}$	

I Tabell G.4 redovisas bidraget från de uppskattade utsläppen av kol-14. Enligt utsläppsföreskrifterna skall kollektivdosen från kol-14 ha beräknats på installerad effekt.

Tabell G.4 Kollektivdos och kollektivdosindex förorsakad av beräknade utsläpp av kol-14 från kärnkraftverken för år 2001.

	Kollektivdos (manSv) beräknad utifrån installerad effekt	Kollektivdosindex
Barsebäck	7,4	1,20
Forsmark	19,3	1,20
Oskarshamn	13,8	1,20
Ringhals	10,6	0,6
Total	51,1	

Av Tabell G.3 och G.4 framgår att den absolut dominerande källan till kollektivdosen är utsläpp av kol-14. Den totala kollektivdosen är 51 manSv beräknat från installerad effekt. För kokvattenreaktorer ligger de beräknade kollektivdoserna strax över 5 manSv per GWår, medan de är väl under 5 manSv per GWår för tryckvattenreaktorer.

Bilaga H Kartor

Kartor över de provtagningsstationer som används i omgivningskontrollprogrammet finns endast tillgängliga i pappersformat, ta kontakt med SSI vid intresse.

Ordlista

Aktivitet, ett mått på antalet sönderfallande atomer per tidsenhet. Aktiviteten anges i enheten becquerel (Bq), där $1 \text{ Bq} = 1$ sönderfall per sekund.

Alfapartikel, partikel som består av två protoner och två neutroner, dvs. en atomkärna av helium. Den bildas vid viss typ av radioaktivt sönderfall.

Alfastrålare, radioaktivt ämne som utsänder alfastrålning.

Alfastrålning, partikelstrålning som utgörs av atomkärnor av helium, alfapartiklar. Den uppkommer vid vissa typer av radioaktiva sönderfall. Räckvidden hos alfastrålning, som är en form av joniserande strålning, är några centimeter i luft och några tiondels millimeter i levande vävnad. De flesta tunga atomer, t ex av radium, plutonium och uran, är alfastrålande.

Becquerel (Bq), mått på aktivitet ($1 \text{ Bq} = 1$ sönderfall per sekund).

Betastrålare, radioaktivt ämne som utsänder betastrålning.

Betastrålning, partikelstrålning som utgörs av elektroner eller positroner s k betapartiklar. Den uppkommer vid viss typ av radioaktivt sönderfall. Räckvidden hos betastrålning, som är en form av joniserande strålning, är i luft några meter och i kroppsvävnad upp emot en centimeter.

BWR, förkortning av engelskans "boiling water reactor", kokvattenreaktor

Dos, ett mått på absorberad strålningsenergi. Med dos avses i denna rapport den årliga effektiva dosen. I beräkningen beaktas den framtida intecknade stråldos man erhåller till följd av intag av radioaktiva ämnen under året. Dosen anges i enheten sievert (Sv).

Dosekvivalent, se Ekvivalent dos

Effektiv dos, tidigare effektiv dosekvivalent, summan av alla ekvivalenta doser till organ i kroppen korrigerade för organens olika strålkänslighet.

Effektiv dosekvivalent, se effektiv dos. I vissa föreskrifter används av tekniska skäl ännu en tid denna äldre term.

Ekvivalent dos, (tidigare dosekvivalent), den erhållna dosen till ett organ eller vävnad korrigerad med en faktor som tar hänsyn till olika strålslags biologiska effekter.

Energiutnyttjningsfaktor, Blockens tillgänglighet uttryckt som % av den maximala tillgängligheten.

Extern bestrålning, bestrålning av levande organism med någon strålkälla som befinner sig utanför organismen.

Hot cell, ett specialbyggt utrymme för hantering av stora mängder radioaktivitet.

Intecknad dosekvivalent, se intecknad effektiv dos.

Intecknad effektiv dos, tidigare intecknad dosekvivalent, den effektiva dos summerad över 50 år, som ett radioaktivt ämne efter intag i kroppen, ger upphov till.

Intern bestrålning, bestrålning av levande organism med joniserande strålning från radioaktiva ämnen som befinner sig inne i organismen.

Kollektivdos, den genomsnittliga effektiva dosen i en grupp, multiplicerad med antalet individer i gruppen. Kollektivdosen ges i enheten mansievert.

Kollektivdosindex, (tidigare kollektivdosekvivalentindex) är förhållandet mellan det verkliga aktivitetsutsläppet under ett år, från ett visst verk, och det aktivitetsutsläpp som jämnt fördelat över ett år förorsakar en global intecknad effektiv kollektivdos av 5 manSv för varje gigawatt installerad elektrisk effekt.

Kollektivdosekvivalentindex, se kollektivdosindex.

Kritisk grupp, den del av allmänheten som genom vistelseort och levnadsvanor utsätts för den största dosen orsakad av utsläpp från anläggningen. Den kritiska gruppen kan vara verklig eller, som i den svenska tillämpningen av begreppet, hypotetisk. Anläggningarnas utsläpp skall begränsas så att ett årsutsläpp ej orsakar individdoser inom kritisk grupp överstigande 0,1 mSv (millisievert, tusendels sievert).

Naturlig strålning, strålning från strålkällor som ingår som en naturlig del av miljön. Hit räknas den kosmiska strålningen och strålningen från de radioaktiva ämnen i mark, luft och vatten vilka kommer från naturen. I berggrunden finns ofta uran och dess dotterprodukter, av vilka särskilt radium och radon ger allt levande en årlig stråldos. I människokroppen finns bl a radium och den radioaktiva nukliden kalium-40. Tillsammans ger dessa naturliga strålkällor människan en stråldos på ca 1 mGy per år.

Normutsläpp (NU), ett årsutsläpp av en enskild nuklid eller blandning av nuklider vars summerade effekt ger en dos till kritisk grupp om 0,1 mSv.

Nuklid, ett ämne med ett definierat antal protoner och neutroner i atomkärnan. Antalet protoner avgör vilket grundämne nukliden tillhör. Nuklider med samma antal protoner men olika antal neutroner hör till samma grundämne och benämns isotoper. Ungefär 1500 nuklider är kända. Av dessa är ca 1200 radioaktiva, radionuklider.

PWR, förkortning av engelskans "pressurised water reactor", tryckvattenreaktor.

Radionuklid, se nuklid

Sievert (Sv), se dos

Utnyttjningsfaktor, blockens tillgänglighet redovisas i form av en energiutnyttjningsfaktor som anger förhållandet mellan "summa energiproduktion under tidsperioden" och "tidsperiodens längd gånger nominell effekt".

- 2002:01 SAR och utstrålad effekt för 21 mobiltelefoner**
Avdelning för miljöövervakning och mätberedskap.
Gert Anger 120 SEK
- 2002:02 Natural elemental concentrations and fluxes: their use as indicators of repository safety**
SKI-rapport 01:51
- 2002:03 SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001**
Avdelningen för avfall och miljö.
Björn Hedberg, Carl-Magnus Larsson, Anders Wiebert, Björn Dverstorp, Mikael Jensen, Maria Norden, Tomas Löfgren, Erica Brewitz, John-Christer Lindhé och Åsa Pensjö.
- 2002:04 SSI's review of SKB's complement of the RD&D programme 1998**
Avdelningen för avfall och miljö.
Mikael Jensen, Carl-Magnus Larsson, Anders Wiebert, Tomas Löfgren and Björn Hedberg.
- 2002:05 Patientdoser från röntgenundersökningar i Sverige – uppföljning av åtgärder**
Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.
Helene Jönsson och Wolfram Leitz. 60 SEK
- 2002:06 Strålskyddskonsekvenser vid villaeldning med ¹³⁷Cs-kontaminerad ved**
Avdelning för miljöövervakning och mätberedskap.
Hans Möre och Lynn Hubbard 60 SEK
- 2002:07 Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2001**
- 2002:08 Mammography – recent technical developments and their clinical potential**
Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.
Bengt Hemdal, Ingvar Andersson, Anne Thilander Klang, Gert Bengtsson, Wolfram Leitz, Nils Bjurstam, Olof Jarlman and Sören Mattsson 80 SEK
- 2002:09 Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2001**
Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.
Ansi Gerhardsson, Thommy Godås, Peter Hofvander, Ingemar Lund, Lars Malmqvist, Hanna Ölander Gür 70 SEK
- 2002:10 Radonåtgärders beständighet**
Avdelningen för miljöövervakning och mätberedskap.
Bertil Clavensjö 120 SEK
- 2002:11 National plan for achieving the objectives of the OSPAR strategy with regard to radioactive substances**
Avdelningen för avfall och miljö. 60 SEK
- 2002:12 Formulation and presentation of risk assessments to address risk targets for radioactive waste disposal**
SKI-rapport nr 02-21
- 2002:13 SSI's review of SKB's RD&D programme 2001**
Avdelningen för avfall och miljö.
- 2002:14 Review of C-14 inventory for the SFR facility**
Avdelningen för avfall och miljö.
Graham Smith, Joan Merino and Emma Kerrigan 60 SEK
- 2002:15 Regulator's Workshop on The Role of Future Society and Biosphere in Demonstrating Compliance with High-Level Radioactive Waste Disposal Standards and Regulations**
Avdelningen för avfall och miljö.
R. Avila et. al 60 SEK
- 2002:16 Epidemiologic Studies of Cellular Telephones and Cancer Risk, – A Review**
John D. Boice, Jr. and Joseph K. McLaughlin
- 2002:17 Review of Project SAFE: Comments on biosphere conceptual model description and risk assessment methodology**
Avdelningen för avfall och miljö.
Richard Klos and Roger Wilmot. 60 SEK
- 2002:18 A Review of Models for Dose Assessment Employed by SKB in the Renewed Safety Assessment for SFR I**
Avdelningen för avfall och miljö.
George Shaw. 60 SEK
- 2002:19 Expert Judgement Elicitation**
Avdelningen för avfall och miljö.
Stephen Hora and Mikael Jensen 60 SEK
- 2002:20 Expert Opinion in SR 97 and the SKI/SSI Joint Review of SR 97**
Avdelningen för avfall och miljö.
Stephen Hora 60 SEK
- 2002:21 Utsläpps- och omgivningskontroll vid de kärntekniska anläggningarna 2001**
Avdelningen för avfall och miljö.
Johanna Sandwall 90 SEK



STATENS STRÅLSKYDDSIKSTITUT, 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 beläget 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 the regulations is ensured through inspections.

SSI also provides information, education, and 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: Karolinska sjukhusets område, Hus Z 5.

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

Address: Swedish Radiation Protection Authority;

SE-171 16 Stockholm; Sweden

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

www.ssi.se