



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Rapport

Stråldoskonsekvenser vid friklassning av markområden som förorenats med radioaktiva ämnen

Bilaga A-F

2023:08

Författare: Celia Jones, Karin Norrfors, Karin Jonsson,
Mark Elert, Kemakta Konsult AB, Stockholm

Datum: juni 2023

Rapportnummer: 2023:08

ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.ssm.se



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Celia Jones, Karin Norrfors, Karin Jonsson, Mark Elert,
Kemakta Konsult AB, Stockholm

2023:08

Stråldoskonsekvenser vid friklassning
av markområden som förorenats med
radioaktiva ämnen

Bilaga A-F

Datum: juni 2023
Rapportnummer: 2023:08
ISSN: 2000-0456
Tillgänglig på www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Innehåll

Bilaga A: Beräkning av dos från dotternuklider	2
Extern exponering.....	2
Oralt intag av jord och intag av dricksvatten	2
Inandning av damm	3
Intag av rot- och grönsaker.....	3
Intag av kött- och mjölkprodukter	4
Exempelberäkning	4
Bilaga B: Beräkning för Ra-226 med döttrar	6
Halt av radium i grundvatten.....	6
Beräkning av dos vid intag av grundvatten	8
Bilaga C: Modelldata	9
Bilaga D: Resultatsammanställning	24
Bilaga E: Exponeringsväg – intag av djurprodukter	72
Bilaga F: Nuklidkoncentration inom området och i nedströms liggande brunn respektive ytvatten	77
Utspädningsfaktor grundvatten för förorening ovanför grundvattenytan	77
Utspädningsfaktor ytvatten för förorening ovanför grundvattenytan ..	80

Bilaga A: Beräkning av dos från dotternuklider

I modellen används 26 så kallade huvudnuklider. Dessa utgörs av långlivade medlemmar i sönderfallskedjorna samt 13 stycken singelnuklider. För var och en av dessa huvudnuklider kan ett initialinventarium ges. Modellen beräknar sedan hur den initiala halten av huvudnukliden förändras med tiden på grund av sönderfall samt hur halten av dotternukliderna påverkas av inväxt och sönderfall. De doser som beräknas i programmet relateras till huvudnukliden och inkluderar således dosen från de dotternuklider som bildats på grund av sönderfall av huvudnukliden.

I vissa fall har de radionuklider som ingår i transportmodelleringen kortlivade dotternuklider som antas befinna sig i jämvikt. För att ta hänsyn till dosbidraget från dessa adderas medelfotonenergin per sönderfall respektive dosfaktorn för dessa döttrar. I förekommande fall tas även hänsyn till överföringsfaktorerna för dotternukliderna. Hur detta görs för respektive exponeringsväg beskrivs i denna bilaga. Hur de olika kedjorna behandlas redovisas i tabell 3-1 i huvudrapporten.

Extern exponering

Vid beräkning av medelfotonenergin beaktas i vissa fall även bidraget från kortlivade dotternuklider i jämvikt genom att summera den medelfotonenergi som varje radionuklid ger då de sönderfaller enligt följande uttryck:

$$E_{\gamma,i} = \sum_j E_{\gamma j(i)} \cdot x_{j(i)} \quad (\text{A-1})$$

där

i är modernuklid

j är modernuklid och beaktade dotternuklider

E_{γ} är medelfotonenergi per sönderfall

x är andelen av sönderfallen som går till en enskild dotternuklid för grenade kedjor

Oralt intag av jord och intag av dricksvatten

Vid beräkning av dosfaktorn för radionuklid i beaktas även bidraget från kortlivade döttrar till de radionuklider som modelleras genom att summera dosfaktorn för varje radionuklid enligt följande uttryck:

$$DF_{ingi} = \sum_j DF_{ing,j(i)} \cdot x_{j(i)} \quad (\text{A-2})$$

Vid beräkning av dos från Ra-226 vid intag av dricksvatten tas även hänsyn till att radondöttrarna inte befinner sig i jämvikt, se bilaga B.

Inandning av damm

Vid beräkning av dosfaktorn beaktas i vissa fall även bidraget från kortlivade dotternuklider i jämvikt. Detta görs genom att summera dosfaktorn för varje radionuklid enligt följande uttryck:

$$DF_{inhi} = \sum_j DF_{inh,j(i)} \cdot x_{j(i)} \quad (\text{A-3})$$

Intag av rot- och grönsaker

Vid beräkning av dosen för radionuklid i beaktas även bidraget från kortlivade döttrar till de radionuklider som modelleras. Detta görs i allmänhet enligt följande uttryck:

$$DF_{ingj} \cdot TF_{rotj} = \sum_j DF_{ing,j(i)} \cdot TF_{rot,j(i)} \cdot x_{j(i)} \quad (\text{A-4})$$

$$DF_{ingj} \cdot TF_{grj} = \sum_j DF_{ing,j(i)} \cdot TF_{gr,j(i)} \cdot x_{j(i)} \quad (\text{A-5})$$

Ovanstående uttryck är inte giltiga då halveringstiden för döttrarna är så kort att upptaget av döttrarna från marken till växten är försumbar. Aktiviteten av döttrarna i växten styrs då av växtens upptag av modernukliden och det sönderfall av denna som sker i växten. Istället för ekvation A-4 och A-5 används följande uttryck:

$$DF_{ingj} \cdot TF_{rotj} = TF_{rotj} \cdot \sum_j DF_{ing,j(i)} \cdot x_{j(i)} \quad (\text{A-6})$$

$$DF_{ingj} \cdot TF_{grj} = TF_{grj} \cdot \sum_j DF_{ing,j(i)} \cdot x_{j(i)} \quad (\text{A-7})$$

Ekvation A-6 och A-7 används för sönderfallskedjorna Ac-227 → Tl-207, Th-228 → Tl-210 och U-238 → Pa-234.

Po-210, som är en sönderfallsprodukt från Pb-210 via Bi-210, har en halveringstid på knappt fem månader. För upptaget av Pb-210 i rotsaker respektive grönsaker beaktas bidraget från döttrarna enligt följande uttryck:

$$DF_{ing,Pb-210} \cdot TF_{rot,Pb-210} = TF_{rot,Pb-210} \cdot (DF_{ing,Pb-210} \cdot x_{Pb-210} + DF_{ing,Bi-210} \cdot x_{Bi-210}) + TF_{rot,Po-210} \cdot DF_{ing,Po-210} \cdot x_{Po-210} \quad (A-8)$$

$$DF_{ing,Pb-210} \cdot TF_{gr,Pb-210} = TF_{gr,Pb-210} \cdot (DF_{ing,Pb-210} \cdot x_{Pb-210} + DF_{ing,Bi-210} \cdot x_{Bi-210}) + TF_{gr,Po-210} \cdot DF_{ing,Po-210} \cdot x_{Po-210} \quad (A-9)$$

Då Ra-226 modelleras som en huvudnuklid används ekvation A-6 och A-7 för att beräkna det dosbidrag som Ra-226 ger vid intag av rot- och grönsaker, och summeringen i ekvation A-6 och A-7 görs över Ra-226 → Po-214. Dosbidraget från det Pb-210 som har bildats genom sönderfall av Ra-226 redovisas separat och beräknas med ekvation A-8 och A-9.

Då Th-230 utgör huvudnuklid beräknas inte dosbidraget från Pb-210 separat. Istället inkluderas detta och bidraget från Bi-210 och Po-210 i bidraget från Ra-226. Dosen från det Ra-226 som har bildats vid sönderfall av Th-230 beräknas därmed genom att summera ekvation A-6 och A-8 för att erhålla dosen som erhålls vid intag av rotsaker och ekvation A-7 och A-9 för att beräkna dosen som Ra-226 ger vid intag av grönsaker. Även i detta fall sker summeringen i ekvation A-6 och A-7 över Ra-226 → Po-214.

Intag av kött- och mjölkprodukter

Vid beräkning av dosen för radionuklid i beaktas även bidraget från kortlivade döttrar till de radionuklider som modelleras. Detta görs enligt följande uttryck:

$$DF_{ingi} = \sum_j DF_{ing,j(i)} \cdot x_{j(i)} \quad (A-10)$$

Exempelberäkning

Vid beräkning av dos på grund av förekomst av U-238 inom området antas en initialkoncentration på 1 Bq U-238/kg TS. Initialkoncentrationen av samtliga döttrar är försumbar (nollinventarium antas). Med tiden sönderfaller U-238 till U-234, Th-230 och Ra-226 varvid aktiviteten av dessa ökar med tiden, se figur A-1. Den totala dosen som U-238 ger upphov till är följaktligen summadosen som dessa fyra nuklider ger tillsammans. Dosen genom oralt intag ges av

$$D_{jord,U-238} = \sum C_{jord,i} \cdot I_{jord} \cdot DF_{ing,i} \quad (A-11)$$

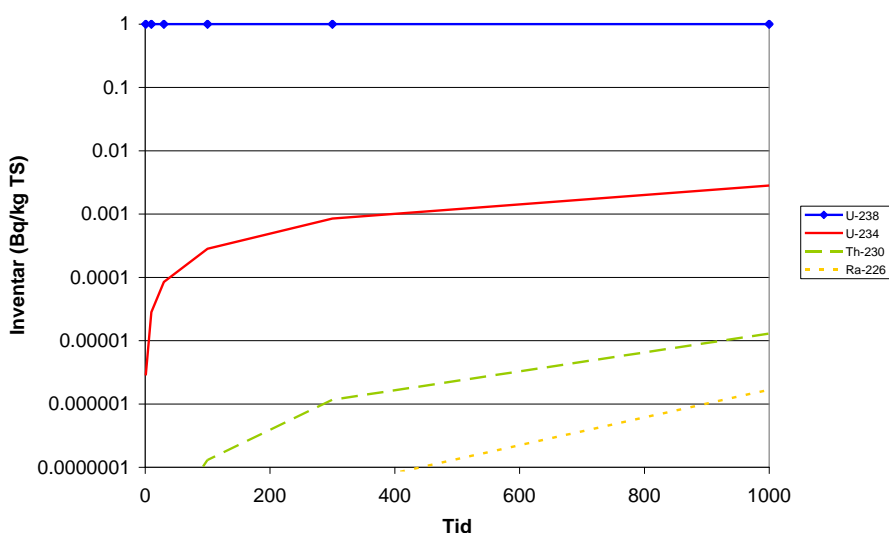
där summeringen omfattar U-238, U-234, Th-230 och Ra-226, dvs

$$D_{jord,U-238} = C_{jord,U-238} \cdot I_{jord} \cdot DF_{ing,U-238} + C_{jord,U-234} \cdot I_{jord} \cdot DF_{ing,U-234} + C_{jord,Th-230} \cdot I_{jord} \cdot DF_{ing,Th-230} + C_{jord,Ra-226} \cdot I_{jord} \cdot DF_{ing,Ra-226}$$

Nuklidkoncentrationen i jorden C_{jord} varierar med tiden. Mängden jord som tas in, I_{jord} , är åldersberoende men även beroende av markanvändning (känslig markanvändning alternativt mindre känslig markanvändning). Dosfaktorn för oralt intag DF_{ing} är nuklidspecifik. Vid beräkning av den dos som U-238 ger upphov till beaktas de kortlivade döttrarna Th-234, Pa-234m och Pa-234 (se tabell 3.1) genom att deras dosfaktorer adderas till dosfaktorn för U-238 i enlighet med ekvation A-2.

$$DF_{ing,U-238} = DF_{ing,U-238} \cdot x_{U-238} + DF_{ing,Th-234} \cdot x_{Th-234} + DF_{ing,Pa-234m} \cdot x_{Pa-234m} + DF_{ing,Pa-234} \cdot x_{Pa-234} \quad (A-12)$$

På motsvarande sätt beaktas i dosfaktorn för Ra-226 dess döttrar Rn-222, Po-218, At-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210. För U-234 och Th-230 beaktas inga döttrar.



Figur A-1. Aktivitet av U-238, U-234, Th-230 och Ra-226 pga sönderfall av U-238 med ett initialinventarium på 1 Bq/kg TS.

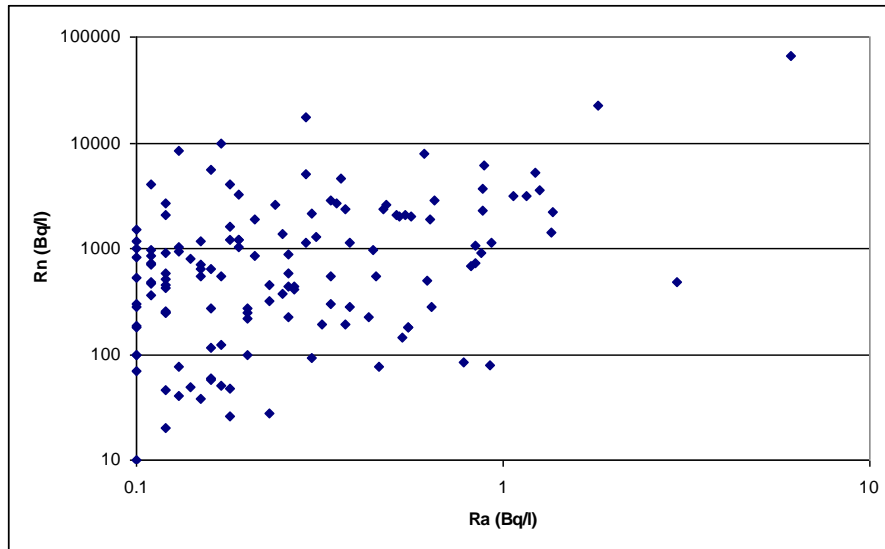
Bilaga B: Beräkning för Ra-226 med döttrar

Halt av radium i grundvatten

Halterna av radon och radondöttrar i grundvatten ligger inte i jämvikt med halten radium i grundvatten. Detta beror på att radon inte binds till mineraler i jorden utan radon som bildas genom sönderfall av radium kommer att frigöras till vattenfasen. Detta resulterar i en anrikning av radon och radondöttrar i vattenfasen. Separation sker vid sönderfall till Ra-226 och Rn-222. Radons kortlivade dotterradionuklider, Po-218, Pb-214, Bi-214 och Po-214, kan antas vara i jämvikt med Rn-222. Separation kan även ske vid det fortsatta sönderfallet till de mer långlivade dotterradionuklider Pb-210, (Bi-210) och Po-210.

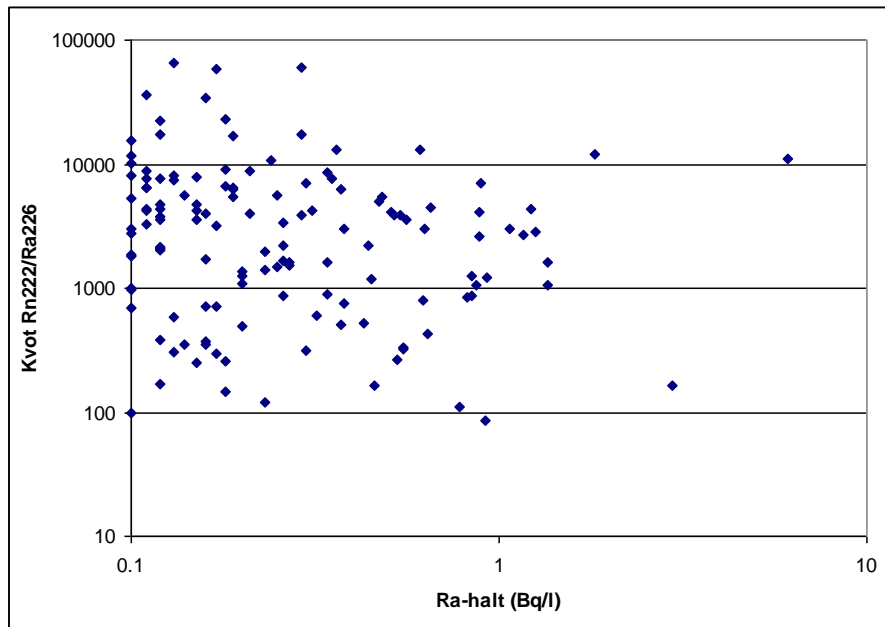
I princip kan förhållandet mellan radon och radium beräknas teoretiskt från Kd-värdena för radium respektive radon, där det senare i princip är 0. Utifrån de data som används i modellen, ett Kd-värde för radium på 2500 l/kg och ett Kd-värde för radon på 0, en torrdensitet på jorden på 1500 kg/m³ och en porositet på 30 – 40%, skulle detta ge ett aktivitetsförhållande radon/radium i grundvatten på c:a 10 000. Denna beräkning förutsätter jämviktsförhållanden, dvs. att radium och radon befinner sig i radioaktiv jämvikt, dvs. att inom en given jordvolym är aktiviteten av radon samma som aktiviteten av radium, samt att allt radon finns i jordens porvatten. Vidare förutsätts att inget radon avgår från vatten genom avgasning.

Halter av radium, radon och radondöttrar har också mätts upp i ett större antal svenska brunnar (Ek et al., 2007). I undersökningen har 768 brunnar analyserats med avseende på naturligt förekommande radionuklider och tungmetaller, totalt drygt 1 100 analyser. I 467 av dessa analyser har halter av både radium och radon kunnat detekteras. En utvärdering av data visar att det inte finns några helt entydiga samband mellan halten radon och halten radium i brunnsvattnet, se figur B-1.



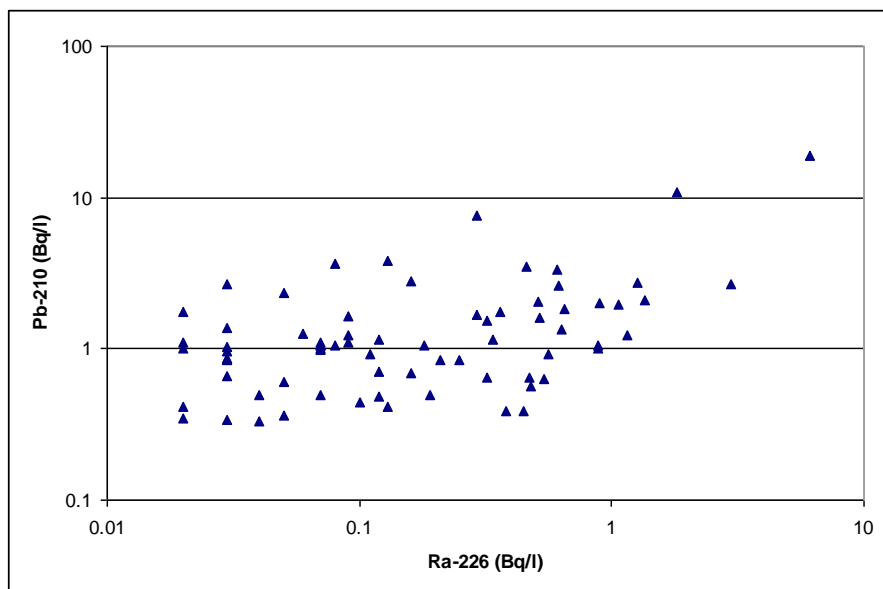
Figur B-1 Förhållande mellan halt Rn-222 och Ra-226 i 467 grundvattenprover (Ek et al., 2007).

Kvoten Rn-222/Ra-226 för de olika brunnarna varierar mellan 100 och 100 000 med ett medelvärde på 10 500 och ett medianvärde på 5 078. Om endast de brunnar som har en radiumhalt över 0,1 Bq/l beaktas blir kvoten något lägre, medelvärde 5 860 och medianvärde 3 000, se figur B-2.



Figur B-2 Kvot halt Rn-222 och Ra-226 i 467 grundvattenprover som funktion av radiumhalt i grundvattnet (Ek et al., 2007).

Baserat på den teoretiska uträkningen och de uppmätta halter som finns har en kvot radondöttrar/radium på 1 000 använts i modellen. Denna kvot används för Rn-222 och de kortlivade döttrarna ned till Po-214. Nästa nuklid i sönderfallskedjan är Pb-210 med en halveringstid på drygt 20 år. För denna nuklid kan därför andra jämvikter hinna ställa in sig. Mätningar av Pb-210 halter i svenska brunnar (74 prover från Ek et al., 2007) visar på ett svagt samband mellan halten Pb-210 och halten Ra-226, se figur B-3. Kvoten Pb-210/Ra-226 varierar mellan 0,9 och 90 med ett medelvärde på 14,5 och en median på 7,2. Om endast de prover med halter Ra-226 överstigande 0,1 Bq/l tas med erhålls en något lägre kvot, medelvärde 4,9 median 3,3. För modellen används en kvot på 1 mellan Pb-210 och Ra-226.



Figur B-3 Kvot halt Po-210 och Ra-226 i 74 grundvattenprover som funktion av radiumhalt i grundvattnet (Ek et al., 2007).

Beräkning av dos vid intag av grundvatten

Dosen från Ra-226 vid intag av grundvatten inkluderar dosen från Rn-222, Po-218, At-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210 och Po-210, se bilaga C tabell C-2 och C 3. I beräkningarna tas hänsyn till att halten radon och radondöttrar t.o.m Po-214 i grundvattnet är 1 000 gånger högre än halten radium. Däremot antas halterna för nukliderna i den sista delen av kedjan, från Pb-210 till Po-210, vara i jämvikt med Ra-226. Undantag görs för fallet då Ra-226 utgör huvudnuklid. Då beräknas bidraget från Pb-210 separat och dosen för Pb-210 inkluderar dosen från Bi-210 och Po-210.

Bilaga C: Modelldata

De halveringstider som används i modellen kommer från (ICRP, 2008) och redovisas i tabell C-1. I tabell C-1 redovisas dessutom indata för beräkning av extern dos i form av medelfotonenergi per sönderfall, också från (ICRP, 2008). I de fall sönderfall kan leda till bildning av olika dotternuklider (grenade kedjor) anges i tabellen den andel av sönderfallen som ger respektive dotternuklid.

Upptagen effektiv dos per enhet oralt intag (Sv/Bq) för enskilda personer ur befolkningen för olika åldersgrupper är sammanställda i tabell C-2. Upptagen effektiv dos per enhet inhalation (Sv/Bq) för enskilda personer ur befolkningen för olika åldersgrupper redovisas i tabell C-3. Dosfaktorerna som har använts i beräkningarna är tagna från EU:s Basic Safety Standards (BSS) (EG, 1996) och i något fall korrigerade efter IAEA:s Basic Safety Standards (IAEA, 1996). För de flesta av radionukliderna i tabell C-3 finns olika värden på dosfaktorerna för inandning, beroende på olika typer av retention i lungorna. Retention i lungorna påverkas av radionuklidens fysiska och kemiska form, och beräkningar kan anpassas om kunskap finns rörande radionuklidens form. I modellen har det mest försiktiga värdet använts (dvs högsta värdet).

Kd-värdena för jord tas i första hand från (IAEA, 2010). Värdena för generiska jord typer (all soils) användes. För enstaka ämnen finns inga data i IAEA, 2010) Kd-värdena tas istället från modellen Resrad (default value) (Yu m. fl., 2015).

Värdena som använts för de radionuklidspecifika överföringsfaktorerna till växter och djurprodukter (mjölk och kött), se tabell C-4, har i första hand tagits från IAEA (2010) och i andra hand från (IAEA 2001). Publikation (IAEA 2001) är under uppdatering (IAEA in press). Om parametervärdena i den nya versionen skiljer sig från publikationen från 2001 har de nya värdena använts i modellen. För vissa ämnen finns inga data i IAEA publikationer och för dessa ämnen tas parametervärden från andra källor, som visas i tabell C-4.

För överföringsfaktorerna jord till rotsaker och jord till grönsaker har parametervärdena från IAEA 2001 och den uppdaterad versionen (IAEA, in press) omräknats från färskvikts- till torrviktsbas med ett TS-halt av 20 % för rotsaker och 10 % för grönsaker.

Överföringsfaktorerna för djurfoder respektive grönsaker och rotsaker omfattar upptag av radionuklider genom rotsystemet samt kontaminerad jord som har fastnat på växten. Däremot inkluderas inte tillförsel av radionuklider genom bevattning.

Vid framtagande av överföringsfaktorn för djurfoder antas; a) att koncentrationen av radionuklider i markytan är fem gånger högre än medelvärdet i de översta 10 cm av marken som utgör växternas rotzon, b) att 6 % av djurens diet består av yttjord samt c) att radionuklider som djuret får i sig genom intaget av jord är 1/3 så tillgängligt för upptag som radionuklider som har tagits upp av växten (IAEA, 2001). Med dessa antaganden som grund är det minsta värde som överföringsfaktorn F_v kan anta 0,1. Minimivärdet för överföringsfaktorn för grönsaker och rotsaker är satt till 0,001 i IAEA (2001) vilket baseras på ett antagande att 0,1 % av människans intag av grönsaker utgörs av jord.

Överföringsfaktorer för mjölk och kött är enligt IAEA (2010 och 2001) konservativt valda.

Bly, kobolt och nickel finns i Naturvårdsverkets riktvärdesmodellen (Naturvårdsverket 2016) och för dessa ämnen har parametervärdena K_d och överföringsfaktorerna till växter jämförts med värdena i riktvärdesmodellen. Inga väsentliga skillnader i parametervärdena förekommer.

Exponeringsparametrar redovisas i tabell C-6 till C-11 och referenserna ges i tabellerna.

Tabell C-1 Halveringstider och medelfotonenergi per sönderfall (MeV) (ICRP, 2008).

Nuklid	t1/2 (år)	Medelfotonenergi γ (MeV)	Andel av sönderfall
Cl-36	3,01E+05	1,4E-04	1
Co-60	5,27	2,50E+00	1
H-3	12,32	0	1
Fe-55	2,74	1,66E-03	1
Ni-63	100,1	0	1
Np-237	2,14E+06	2,58E-01	1
Sr-90	28,79	0	1
Tc-99	2,11E+05	0	1
Y-90	7,32E-03	0	1
Cs-134	2,07	1,56	1
Cs-137	30,17	5,64E-01	1
Ba-137m	4,86E-06	5,96E-01	1
Pu-238	87,7	2,05E-03	1
Pu-240	6564	1,93E-03	1
Cm-244	18,1	1,72E-03	1
4N			
U-232	6,89E+01	2,31E-03	1
Th-228	1,91	3,60E-03	1
Ra-224	1,00E-02	1,04E-02	1
Rn-220	1,76E-06	3,85E-04	1
Po-216	4,60E-09	1,00E-05	1
Pb-212	1,21E-03	1,45E-01	1
Bi-212	1,15E-04	1,04E-01	1
Po-212	9,48E-15	0	0,6407
Tl-208	5,81E-06	3,36E+00	0,3593
4N+1			
Pu-241	14,35	0	1
Am-241	433	2,93E-02	1
4N+2			
U-238	4,47E+09	1,43E-03	1
Th-234	6,60E-02	1,05E-02	1
Pa-234	7,65E-04	1,47E+00	0,0016
Pa-234m	2,23E-06	1,62E-02	1
U-234	2,46E+05	2,01E-03	1
Th-230	7,54E+04	1,77E-03	1
Ra-226	1600	7,39E-03	1
Rn-222	1,05E-02	3,98E-04	1
Po-218	5,90E-06	0	1
At-218	4,76E-08	7,56E-04	0,0002
Pb-214	5,10E-05	2,53E-01	0,9998
Bi-214	3,79E-05	1,48E+00	0,9998
Po-214	5,21E-12	8,00E-05	1
Pb-210	2,22E+01	5,35E-03	1
Bi-210	1,37E-02	0	1
Po-210	3,79E-01	0	1
4N+3			
Pu-239	2,41E+04	1,07E-03	1
U-235	7,04E+08	1,67E-01	1

Nuklid	t1/2 (år)	Medelfotonenergi γ (MeV)	Andel av sönderfall
Th-231	2,91E-03	2,69E-02	1
Pa-231	3,28E+04	4,50E-02	1
Ac-227	21,8	1,05E-03	1
Th-227	5,13E-02	1,32E-01	0,9862
Fr-223	4,19E-05	5,83E-02	0,0138
Ra-223	3,13E-02	1,41E-01	1
Rn-219	1,26E-07	5,58E-02	1
Po-215	5,65E-11	1,70E-04	1
Pb-211	6,87E-05	6,44E-02	1
Bi-211	4,07E-06	4,73E-02	1
Po-211	1,64E-08	8,17E-03	0,0028
Tl-207	9,08E-06	2,35E-03	0,9972

Tabell C-2 Effective Dose Coefficients for Soil to Reference Person
Coefficients (Extern exponering, Sv/m³ per Bq/s). Infinite
depth (USEPA, 2019)

Radionuklid			
Isotop	1-yr-old	10-yr-old	Adult
H-3	4,19E-23	3,76E-23	3,41E-23
Cl-36	5,17E-19	4,64E-19	4,21E-19
Fe-55	4,33E-27	3,81E-27	3,36E-27
Co-60	1,01E-16	9,08E-17	8,25E-17
Ni-59	5,65E-22	5,02E-22	4,52E-22
Ni-63	5,03E-21	4,51E-21	4,09E-21
Sr-90+	3,06E-18	2,76E-18	2,52E-18
Tc-99	1,24E-19	1,12E-19	1,01E-19
Cs-134	5,90E-17	5,26E-17	4,75E-17
Cs-137+	2,14E-17	1,90E-17	1,72E-17
Np-237+	7,36E-18	6,54E-18	5,83E-18
Np-237	4,94E-19	4,30E-19	3,73E-19
Pu-238	1,18E-21	9,27E-22	5,29E-22
Pu-240	1,18E-21	9,29E-22	5,46E-22
Cm-244+	1,71E-21	1,42E-21	1,00E-21
4N	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
U-232	5,70E-21	4,85E-21	3,96E-21
Th-232	3,99E-21	3,37E-21	2,74E-21
Th-228+	5,91E-17	5,39E-17	4,92E-17
Th-228	5,17E-20	4,55E-20	3,98E-20
Ra-224	3,29E-19	2,94E-19	2,63E-19
Rn-220	2,30E-20	2,05E-20	1,84E-20
Po-216	5,85E-22	5,22E-22	4,72E-22
Pb-212	4,40E-18	3,91E-18	3,48E-18
Bi-212	5,36E-18	4,82E-18	4,37E-18
Po-212	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Tl-208	1,41E-16	1,29E-16	1,18E-16
4N+1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pu-241	9,43E-23	8,39E-23	7,51E-23
Am-241	3,19E-19	2,65E-19	2,20E-19
4N+2	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
U-238	1,50E-21	1,24E-21	9,20E-22
Th-234+	3,21E-18	2,88E-18	2,62E-18
Th-234	2,11E-19	1,84E-19	1,60E-19
Pa-234	5,49E-17	4,92E-17	4,44E-17
Pa-234m	2,91E-18	2,62E-18	2,39E-18
U-234	2,93E-21	2,44E-21	1,88E-21
Th-230	8,53E-21	7,37E-21	6,21E-21
Ra-226++	7,08E-17	6,39E-17	5,80E-17
Ra-226+	7,00E-17	6,32E-17	5,74E-17
Ra-226	2,17E-19	1,93E-19	1,72E-19
Rn-222	1,41E-20	1,25E-20	1,13E-20
Po-218	1,48E-23	1,33E-23	1,21E-23
At-218	3,42E-21	3,09E-21	2,82E-21
Pb-214	8,74E-18	7,78E-18	6,97E-18
Bi-214	6,10E-17	5,52E-17	5,02E-17

Radionuklid			
Isotop	1-yr-old	10-yr-old	Adult
Po-214	3,17E-21	2,83E-21	2,56E-21
Pb-210+	8,57E-19	7,69E-19	6,97E-19
Pb-210	2,02E-20	1,57E-20	1,26E-20
Bi-210	8,41E-19	7,57E-19	6,88E-19
Po-210	3,72E-22	3,32E-22	3,00E-22
4N+3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pu-239	2,10E-21	1,80E-21	1,47E-21
U-235+	5,13E-18	4,55E-18	4,03E-18
U-235	4,80E-18	4,26E-18	3,78E-18
Th-231	3,29E-19	2,88E-19	2,51E-19
Pa-231	1,07E-18	9,53E-19	8,50E-19
Ac-227+	1,60E-17	1,42E-17	1,27E-17
Ac-227	3,11E-21	2,71E-21	2,32E-21
Th-227	3,78E-18	3,36E-18	3,00E-18
Fr-223	1,95E-18	1,72E-18	1,53E-18
Ra-223	3,97E-18	3,52E-18	3,12E-18
Rn-219	1,97E-18	1,75E-18	1,57E-18
Po-215	6,27E-21	5,57E-21	5,00E-21
Pb-211	3,41E-18	3,05E-18	2,76E-18
Bi-211	1,59E-18	1,42E-18	1,27E-18
Po-211	3,10E-19	2,77E-19	2,50E-19
Tl-207	1,26E-18	1,13E-18	1,03E-18

Tabell C-3 Effektiv dos per enhet oralt intag (Sv/Bq) för olika åldersgrupper (IAEA, 2014).

Radionuklid Isotop	Effektiv dos, oralt intag (Sv/Bq)		
	Barn 1-år (Sv/Bq)	Barn 10 år (Sv/Bq)	Vuxen (Sv/Bq)
H-3	4,80E-11	2,30E-11	1,80E-11
Cl-36	6,30E-09	1,90E-09	9,30E-10
Fe-55	2,40E-09	1,10E-09	3,30E-10
Co-60	2,70E-08	1,10E-08	3,40E-09
Ni-59	3,40E-10	1,10E-10	6,30E-11
Ni-63	8,40E-10	2,80E-10	1,50E-10
Sr-90+	9,30E-08	6,59E-08	3,07E-08
Tc-99	4,80E-09	1,30E-09	6,40E-10
Cs-134	1,60E-08	1,40E-08	1,90E-08
Cs-137+	1,20E-08	1,00E-08	1,30E-08
Np-237+	2,17E-07	1,12E-07	1,11E-07
Np-237	2,10E-07	1,10E-07	1,10E-07
Pu-238	4,00E-07	2,40E-07	2,30E-07
Pu-240	4,20E-07	2,70E-07	2,50E-07
Cm-244+	2,91E-07	1,41E-07	1,21E-07
4N	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
U-232	8,20E-07	5,70E-07	3,30E-07
Th-232	4,50E-07	2,90E-07	2,30E-07
Th-228+	1,08E-06	4,13E-07	1,41E-07
Th-228	3,70E-07	1,40E-07	7,20E-08
Ra-224	6,60E-07	2,60E-07	6,50E-08
Rn-220	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Po-216	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pb-212	6,30E-08	2,00E-08	6,00E-09
Bi-212	1,80E-09	5,00E-10	2,60E-10
Po-212	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Tl-208	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
4N+1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pu-241	5,70E-09	5,10E-09	4,80E-09
Am-241	3,70E-07	2,20E-07	2,00E-07
4N+2	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
U-238	1,20E-07	6,80E-08	4,50E-08
Th-234+	2,50E-08	7,40E-09	3,40E-09
Th-234	2,50E-08	7,40E-09	3,40E-09
Pa-234	3,20E-09	1,00E-09	5,10E-10
Pa-234m	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
U-234	1,30E-07	7,40E-08	4,90E-08
Th-230	4,10E-07	2,40E-07	2,10E-07
Ra-226++	1,25E-05	4,97E-06	2,03E-06
Ra-226+	9,62E-07	8,01E-07	2,80E-07
Ra-226	9,60E-07	8,00E-07	2,80E-07
Rn-222	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Po-218	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
At-218	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pb-214	1,00E-09	3,10E-10	1,40E-10
Bi-214	7,40E-10	2,10E-10	1,10E-10

Po-214	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pb-210+	1,18E-05	4,33E-06	1,81E-06
Pb-210	3,60E-06	1,90E-06	6,90E-07
Bi-210	9,70E-09	2,90E-09	1,30E-09
Po-210	8,80E-06	2,60E-06	1,20E-06
4N+3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pu-239	4,20E-07	2,70E-07	2,50E-07
U-235+	1,33E-07	7,17E-08	4,73E-08
U-235	1,30E-07	7,10E-08	4,70E-08
Th-231	2,50E-09	7,40E-10	3,40E-10
Pa-231	1,30E-06	9,20E-07	7,10E-07
Ac-227+	4,27E-06	1,97E-06	1,21E-06
Ac-227	3,10E-06	1,50E-06	1,10E-06
Th-227	7,00E-08	2,30E-08	8,80E-09
Fr-223	1,70E-08	5,00E-09	2,40E-09
Ra-223	1,10E-06	4,50E-07	1,00E-07
Rn-219	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Po-215	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pb-211	1,40E-09	4,10E-10	1,80E-10
Bi-211	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Po-211	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Tl-207	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Tabell C-4 Effektiv dos per enhet inandning (Sv/Bq) för olika åldersgrupper, (IAEA, 2014) Lung clearance klass från (IAEA, 2005)

Radionuklid Isotop	Effektive dos, inhalation (Sv/Bq)			Lung clearance class
	Barn 1 år (Sv/Bq)	Barn 10 år (Sv/Bq)	Vuxen (Sv/Bq)	
H-3	2,7E-10	8,2E-11	4,5E-11	M
Cl-36	2,6E-08	1,0E-08	7,3E-09	M
Fe-55	1,4E-09	6,2E-10	3,8E-10	M
Co-60	3,4E-08	1,5E-08	1,0E-08	M
Ni-59	6,2E-10	2,1E-10	1,3E-10	M
Ni-63	1,9E-09	7,0E-10	4,8E-10	M
Sr-90+	1,2E-07	5,4E-08	3,7E-08	M
Tc-99	1,3E-08	5,7E-09	4,0E-09	M
Cs-134	7,3E-09	5,3E-09	6,6E-09	F
Cs-137+	5,4E-09	3,7E-09	4,6E-09	F
Np-237+	4,0E-05	2,2E-05	2,3E-05	M*
Np-237	4,0E-05	2,2E-05	2,3E-05	M
Pu-238	7,4E-05	4,4E-05	4,6E-05	M
Pu-240	7,7E-05	4,8E-05	5,0E-05	M
Cm-244+	5,7E-05	2,7E-05	2,7E-05	M
4N	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
U-232	2,4E-05	1,1E-05	7,8E-06	M
Th-232	5,0E-05	2,6E-05	2,5E-05	S
Th-228+	1,4E-04	5,9E-05	4,3E-05	S*
Th-228	1,3E-04	5,5E-05	4,0E-05	S
Ra-224	8,2E-06	3,9E-06	3,0E-06	M
Rn-220	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
Po-216	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	M
Pb-212	4,6E-07	2,2E-07	1,7E-07	M
Bi-212	1,1E-07	4,4E-08	3,1E-08	M
Po-212	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	M
Tl-208	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	F
4N+1	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
Pu-241	9,7E-07	8,3E-07	9,0E-07	M
Am-241	6,9E-05	4,0E-05	4,2E-05	M
4N+2	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
U-238	9,4E-06	4,0E-06	2,9E-06	M
Th-234+	3,1E-08	1,1E-08	7,7E-09	S*
Th-234	3,1E-08	1,1E-08	7,7E-09	S
Pa-234	2,0E-09	6,8E-10	3,8E-10	M
Pa-234m	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	M
U-234	1,1E-05	4,8E-06	3,5E-06	M
Th-230	3,5E-05	1,6E-05	1,4E-05	S
Ra-226++	2,5E-05	1,1E-05	7,7E-06	M
Ra-226+	1,1E-05	4,9E-06	3,5E-06	M
Ra-226	1,1E-05	4,9E-06	3,5E-06	M
Rn-222	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
Po-218	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	M
At-218	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0

Pb-214	4,6E-08	1,9E-08	1,4E-08	M
Bi-214	6,1E-08	2,2E-08	1,4E-08	M
Po-214	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	M
Pb-210+	1,4E-05	5,9E-06	4,3E-06	M
Pb-210	3,7E-06	1,5E-06	1,1E-06	M
Bi-210	3,0E-07	1,3E-07	9,3E-08	M
Po-210	1,1E-05	4,6E-06	3,3E-06	M
4N+3	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
Pu-239	7,7E-05	4,8E-05	5,0E-05	M
U-235+	1,0E-05	4,3E-06	3,1E-06	M*
U-235	1,0E-05	4,3E-06	3,1E-06	M
Th-231	1,7E-09	5,2E-10	3,3E-10	S
Pa-231	2,3E-04	1,5E-04	1,4E-04	M
Ac-227+	1,7E-03	7,4E-04	5,7E-04	F*
Ac-227	1,6E-03	7,2E-04	5,5E-04	F
Th-227	3,0E-05	1,4E-05	1,0E-05	S
Fr-223	7,3E-09	1,9E-09	8,9E-10	F
Ra-223	2,1E-05	9,9E-06	7,4E-06	M
Rn-219	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
Po-215	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	M
Pb-211	4,5E-08	1,9E-08	1,1E-08	M
Bi-211	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	M
Po-211	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	M
Tl-207	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	F

Tabell C-5a Kd- värden samt överföringsfaktorer till växter och djur produkter (källor finns i del två av tabellen)

	Kd, all soils (l/kg)	Soil plant -root vegetables (Bq/kg rotfrukt TS)/ (Bq/kg jord TS)	Soil plant - leafy vegetables (Bq/kg grönsak TS)/ (Bq/kg jord TS)	Soil plant - grass (animal feed) (Bq/kg djurfoder TS)/ (Bq/kg jord TS)	Överföringsfaktor mjölk (d/l)	Överföringsfaktor kött (d/kg)
ac	1700	0,005	0,01	0,1	0,0001	0,001
am	2600	0,00067	0,00027	0,0015	4,2E-07	0,0005
at	0	0,5	1	1	0,01	0,1
ba	0,4	0,005	0,005	2	0,00016	0,00014
bi	480	0,5	1	0,5	0,0001	0,01
cl	0,3	12	26	14	0,018	0,017
cm	9300	0,00085	0,0014	0,001	0,0001	0,001
co	480	0,11	0,17	0,045	0,00011	0,00043
cs	1200	0,042	0,06	0,25	0,0046	0,022
fe	880	0,001	0,001	0,0037	0,000035	0,014
fr	200	0,15	0,3	0,1	0,008	0,003
h	0,1	19,6	44	32	0,014	0,015
i	6,9	0,04	0,08	0,1	0,0054	0,0067
ni	280	0,25	0,5	0,17	0,00095	0,009
np	35	0,022	0,027	0,061	0,0001	0,001
pa	2000	0,05	0,1	0,1	0,0001	0,001
pb	2000	0,015	0,08	0,31	0,00019	0,0007
po	210	0,0058	0,0074	0,12	0,00021	0,01
pu	740	0,00039	0,000083	0,00055	0,00001	1,1E-06
ra	2500	0,07	0,091	0,17	0,00038	0,0017
rn	0	0	0	0	0	0
sr	52	0,72	0,76	1,3	0,0013	0,0013
tc	0,23	46	180	76	0,00025	0,01
th	1900	0,0008	0,0012	0,099	0,003	0,00023
tl	0	1,5	3	2	0,0005	0,004
u	200	0,0084	0,02	0,046	0,0018	0,00039

Tabell C-5b Referenser, till tabell C-5a.

Referenser	Soil plant-root vegetables	Soil plant-leafy vegetables	Soil plant-grass (animal feed)	Överföringsfaktor mjölk	Överföringsfaktor kött
Kd					
ac	IAEA SRS 19, tab XI*	IAEA SRS 19, tab XI*	IAEA SRS 19, tab X1	New SR 19	New SR 19
am	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
at	Yu et al. 2015, tab 2.13.10 ^a	New SR 19*	New SR 19	SRS 19 tab XI.	SRS 19 tab XI.
ba	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
bi	IAEA 472	IAEA SRS 19, tab XI*	IAEA SRS 19, tab X1	New SR 19	New SR 19
cl	IAEA 472	IAEA 472 tab 18.	IAEA 2005#	Howard et al 2017. JER 167	Howard et al 2009 JER 100.
cm	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	New SR 19	New SR 19
co	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
cs	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
fe	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17.	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
fr	Yu et al. 2015, tab 2.13.10 ^a	New SR 19*	New SR 19	New SR 19	New SR 19
H-3	IAEA 472	Beräknad från IAEA (2009)	Yu m fl. 2001	Galeriu et al (2007) Tabell 6.	Galeriu et al 2007
i	IAEA 472	IAEA SRS 19*	IAEA SRS19 tab XI forage	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
ni	IAEA 472	New SR 19*	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	New SR 19
np	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	New SR 19	New SR 19
pa	IAEA 472	IAEA SRS 19*	IAEA SRS 19 tab XI, forage	New SR 19	New SR 19
pb	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
po	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	New SR 19
pu	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
ra	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
rn	Yu et al. 2015, tab 2.13.10 ^a	New SR 19*	New SR 19	New SR 19	New SR 19
sr	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30
tc	IAEA 472	IAEA 472 tab 18	IAEA 472 tab 18	New SR 19	New SR 19
th	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	New SR 19	IAEA 472 tab 30
tl	Yu et al. 2015, tab 2.13.10 ^a	New SR 19*	New SR 19	New SR 19	New SR 19
u	IAEA 472	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 17	IAEA 472 tab 26	IAEA 472 tab 30

* Omräknat från Bq/kg fw plant # Omräknat från Bq/kg dw plant ^a Resrad default value

Tabell C-6 Exponeringsdata för allmänheten.

Externdos från jord	Enhet	Värde	Referens
Exponeringsfaktor	(Sv/h)(1/MeV)/ (Bq/kg TS)	3,00E-10	EC, 1993 (oändlig yta)
Fotonenergi/sönderfall	MeV	Se tabell C-1	ICRP, 1983
Inhalation av damm			
Dammkoncentration i luft	kg TS/m ³ luft	2,00E-08	Naturvårdsverket, 2007
Intag av grödor			
TS-halt rotsaker	-	0,2	
TS-halt grönsaker	-	0,1	
Andel grödor som kommer från området	-	0,1	
Intag av djurprodukter			
Vattenintag mjölk kreatur	liter/d	75	IAEA, 1994
Vattenintag kött kreatur	liter/d	40	IAEA, 1994
Foderintag mjölk kreatur	kg/d	16	IAEA, 1994
Foderintag kött kreatur	kg/d	7	IAEA, 1994
Andel av kött - och mjölk- kreaturens intag av foder som kommer från det föro- renade området	-	0,1	
Andel av kött - och mjölk- kreaturens intag av dricksvatten som kommer från en förorenad brunn al- ternativt ett förorenat ytvat- ten	-	1,0	
Andel egenproducerad mjölk	-	0,5	
Andel egenproducerat kött	-	0,5	

Tabell C-7 Åldersspecifika exponeringsdata för känslig markanvändning (Naturvårdsverket, 2007 - markerade med 1, Studsvik, 2001 - markerade med 2).

Parameter	Enhet	Vuxen	Barn	
			1 år	10 år
Daglig exponeringstid för externdos	h/d	8	8	8
Antal dygn för externexponering	d/år	365	365	365
Daglig exponeringstid för damm ¹⁾	h/d	24	24	24
Antal dygn som exponering för damm sker ¹⁾	d/år	365	365	365
Inandningshastighet ²⁾	m ³ /h	1,28	0,33	0,94
Konsumtion av rotsaker ²⁾	kg/år	84	37	128
Konsumtion av grönsaker ²⁾	kg/ år	51	26	91
Konsumtion av kött ²⁾	kg/år	72	13	73
Konsumtion av mjölk ²⁾	liter/år	115	265	341
Dagligt intag av jord ¹⁾	mg TS/d	50	120	120
Antal dygn för direkt intag av jord ¹⁾	d/år	365	365	365
Konsumtion av vatten ²⁾	liter/år	600	235	429

Tabell C-8 Åldersspecifika exponeringsdata för mindre känslig markanvändning (Naturvårdsverket, 2007 - markerade med 1, Studsvik, 2001 - markerade med 2)

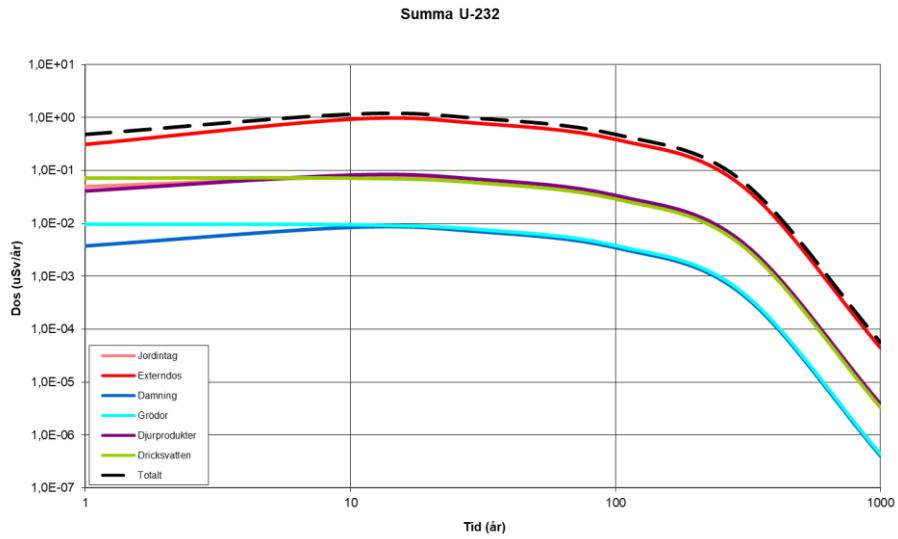
Parameter	Enhet	Vuxen	Barn 1 år	Barn 10 år
Daglig exponeringstid för externdos	h/d	8	8	8
Antal dygn för externexponering	d/år	200	60	60
Daglig exponeringstid för damm ¹⁾	h/d	24	24	24
Antal dygn som exponering för damm sker ¹⁾	d/år	200	60	60
Inandningshastighet ²⁾	m ³ /h	1,28	0,33	0,94
Konsumtion av rotsaker	kg/år	-	-	-
Konsumtion av grönsaker	kg/ år	-	-	-
Konsumtion av kött	kg/år	-	-	-
Konsumtion av mjölk	liter/år	-	-	-
Dagligt intag av jord ¹⁾	mg TS/d	20	80	80
Antal dygn för direkt intag av jord ¹⁾	d/år	200	60	60
Konsumtion av vatten	liter/år	-	-	-

Bilaga D: Resultatsammanställning

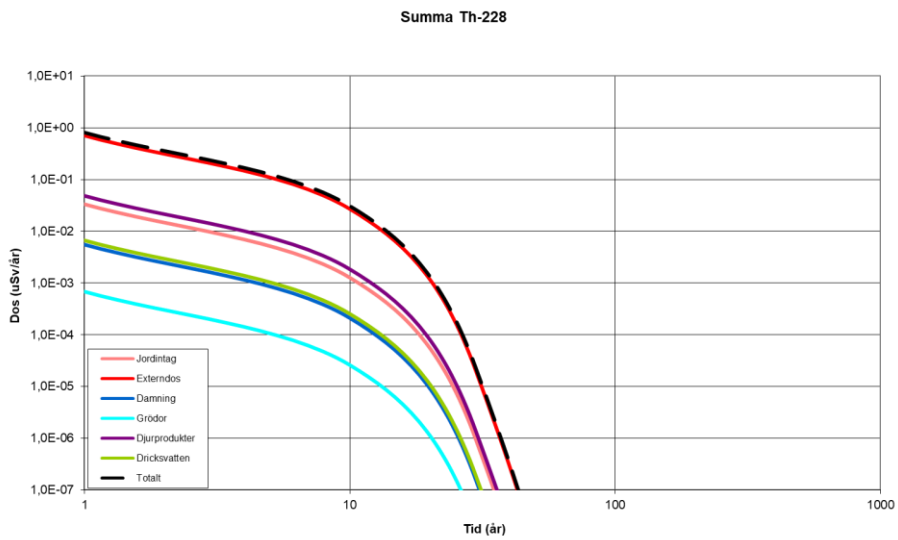
I denna bilaga är ett urval av resultaten sammanställda i grafisk form och tabeller, Bilagan innehåller:

- Figur D-1 till D-52: Dos för olika exponeringsvägar som en funktion av tid för den åldersgrupp som ger högst dos för respektive radionuklid, (bilder)
- Figur D-53a till D54c: Jämförelse av dos från olika exponeringsvägar,
- Tabeller D1 till D6: Jämförelse av olika exponeringsvägars bidrag till den totala indviddosen

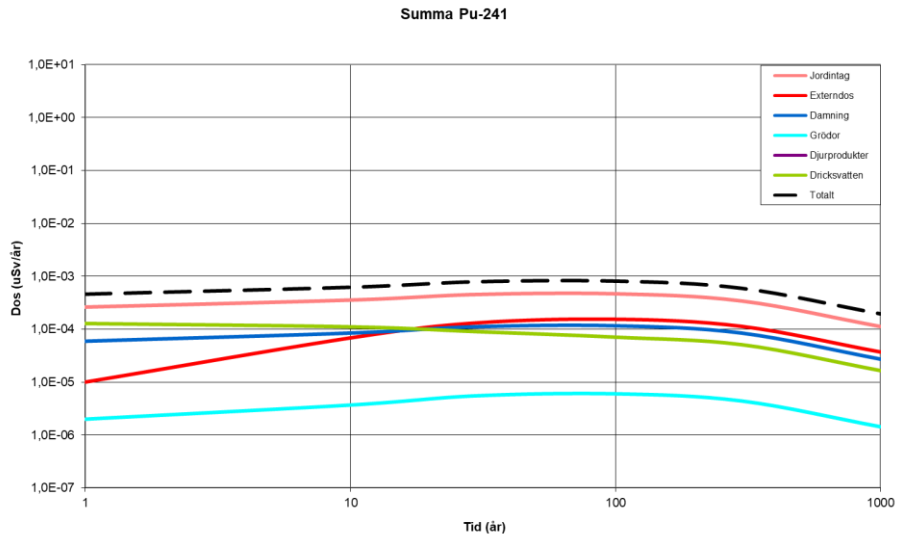
Figur D-1. Dos från ett initialinventarium av U-232 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



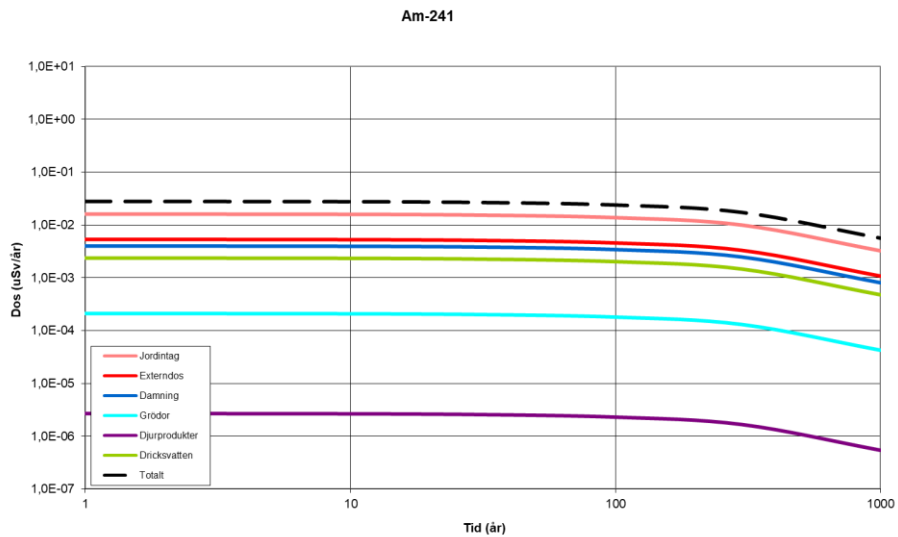
Figur D-2. Dos från ett initialinventarium av Th-228 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



Figur D-3. Dos från ett initialinventarium av Pu-241 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.

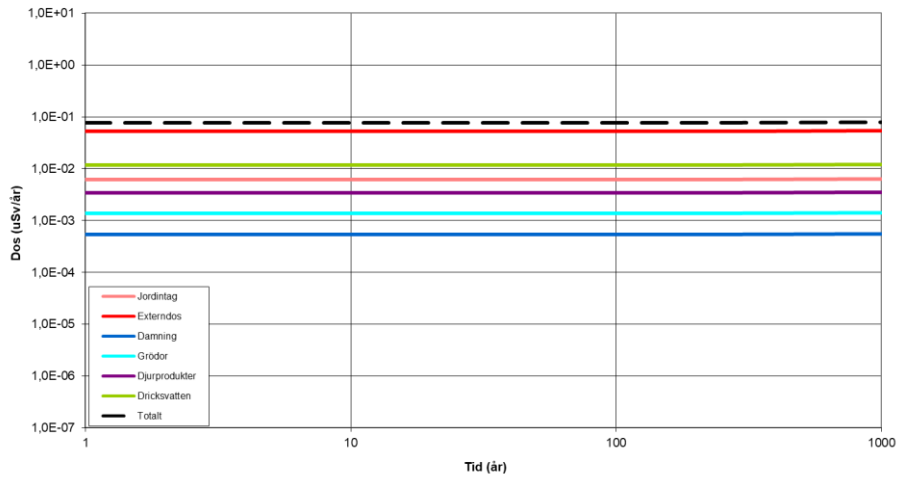


Figur D-4. Dos från ett initialinventarium av Am-241 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



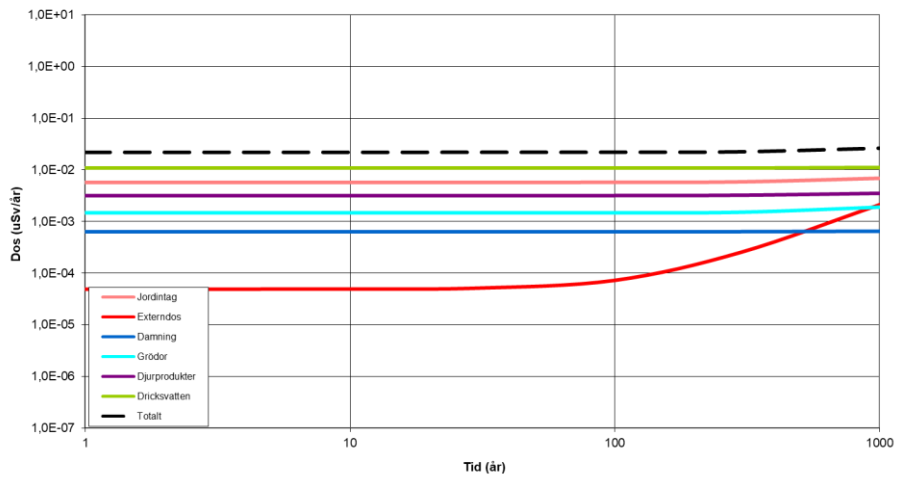
Figur D-5. Dos från ett initialinventarium av U-238 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.

Summa U-238

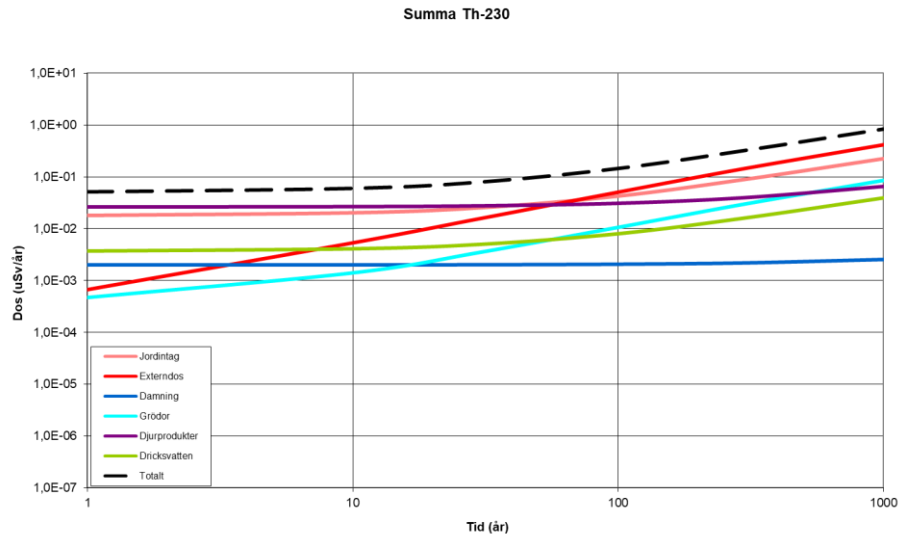


Figur D-6. Dos från ett initialinventarium av U-234 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.

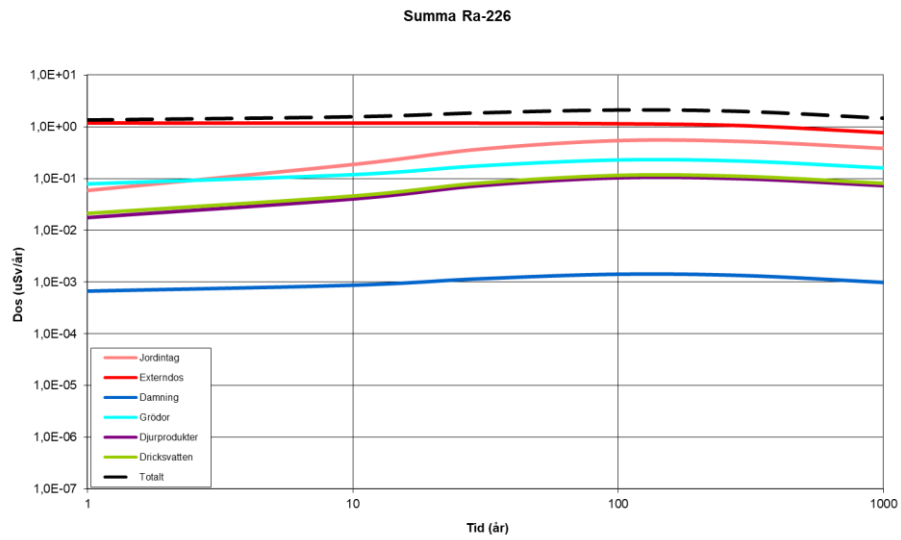
Summa U-234



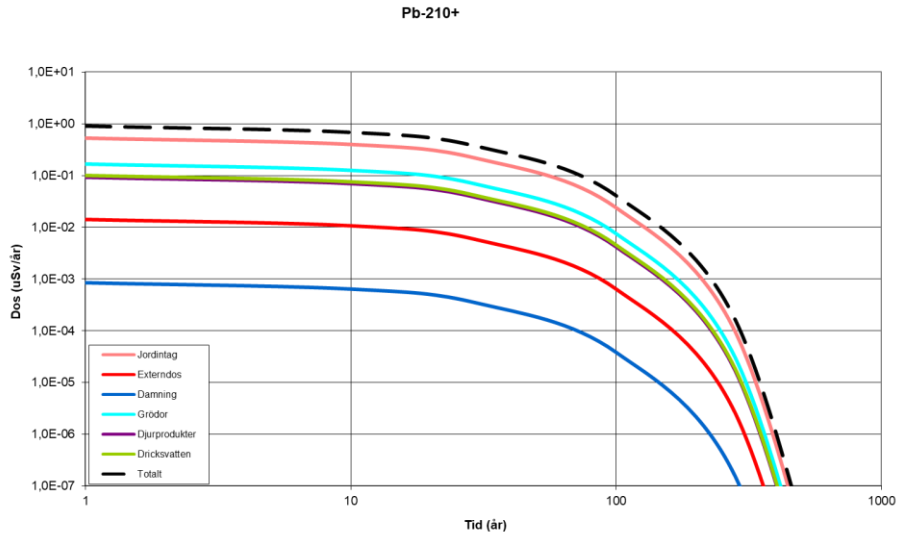
Figur D-7. Dos från ett initialinventarium av Th-230 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



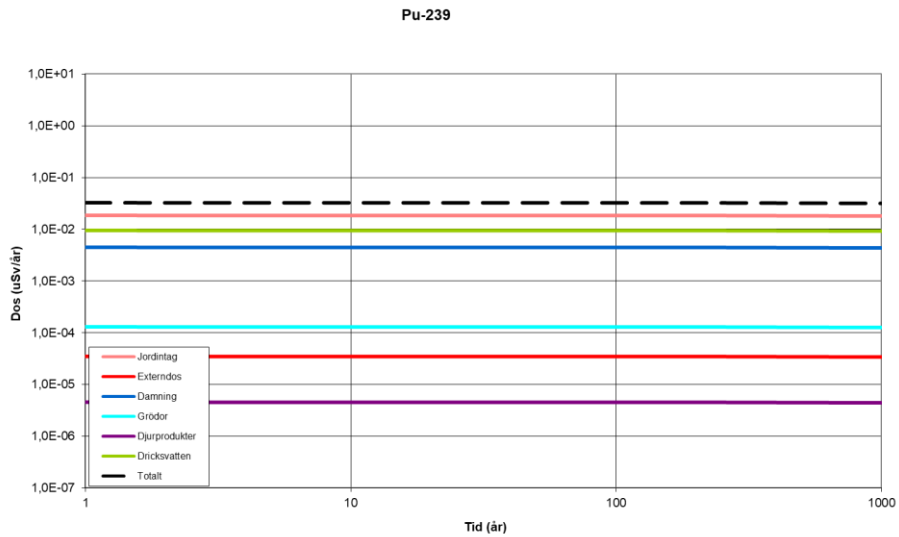
Figur D-8. Dos från ett initialinventarium av Ra-226 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



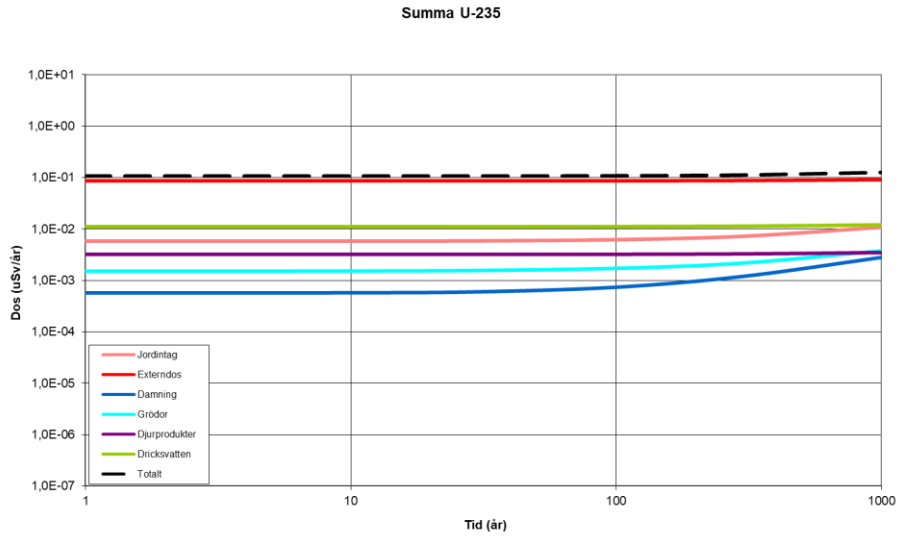
Figur D-9. Dos från ett initialinventarium av Pb-210 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



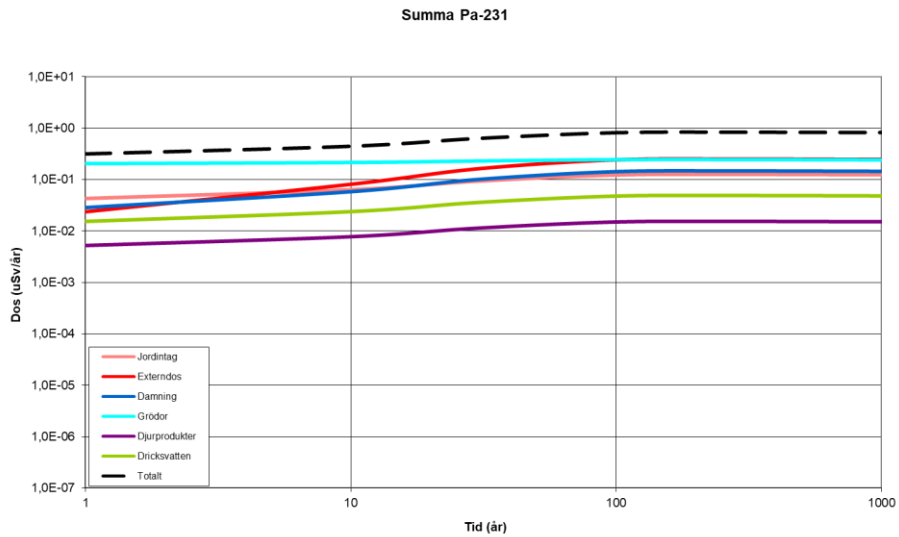
Figur D-10. Dos från ett initialinventarium av Pu-239 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



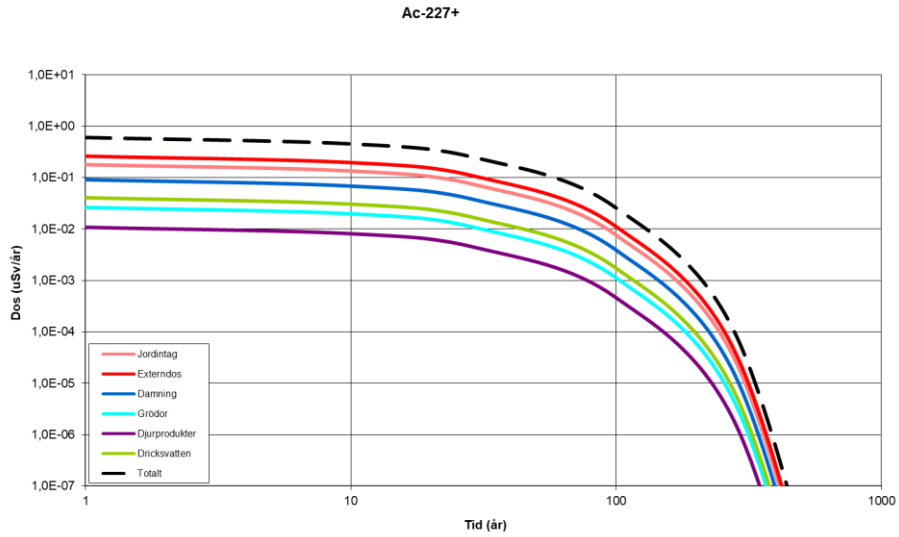
Figur D-11. Dos från ett initialinventarium av U-235 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



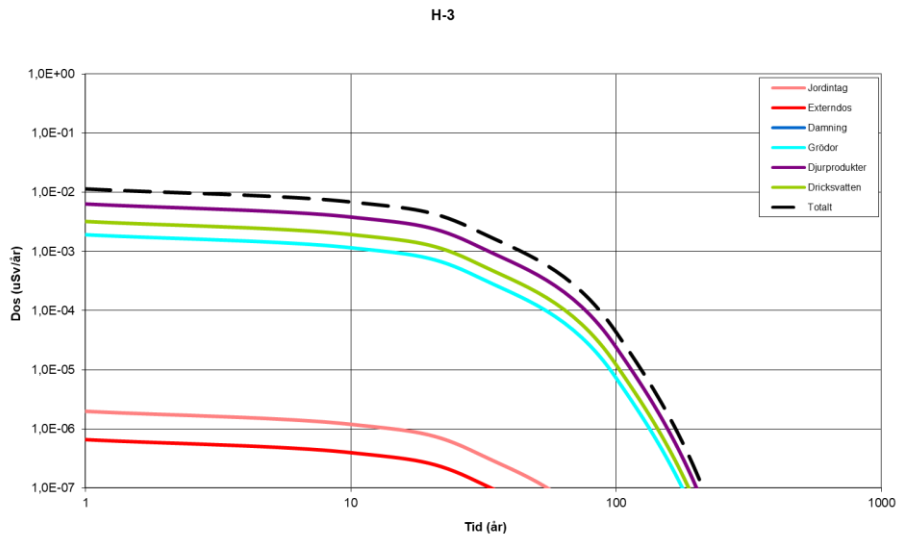
Figur D-12. Dos från ett initialinventarium av Pa-231 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



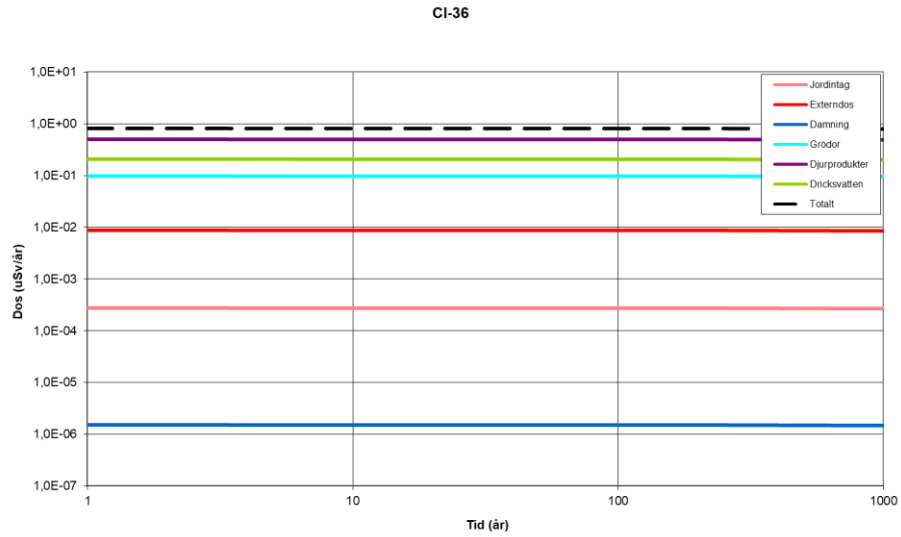
Figur D-13. Dos från ett initialinventarium av Ac-227 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



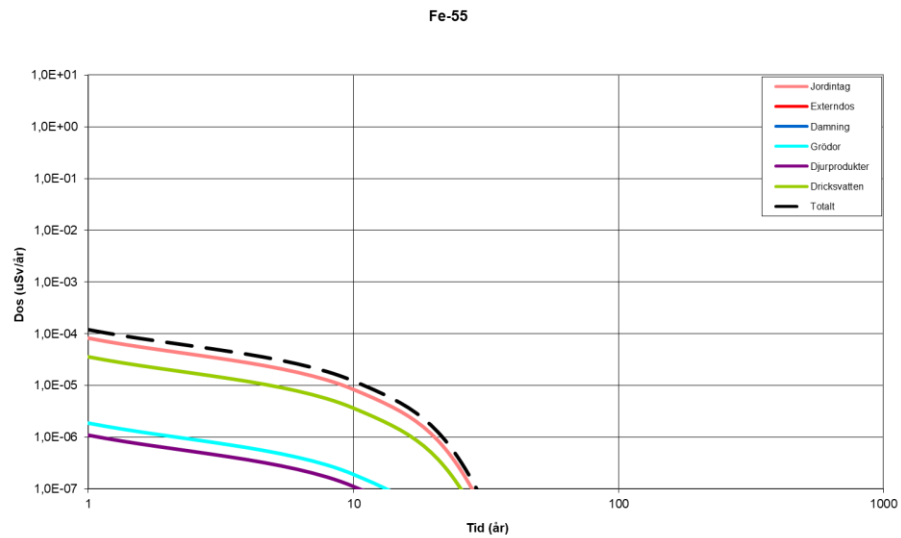
Figur D-14. Dos från ett initialinventarium av H-3 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



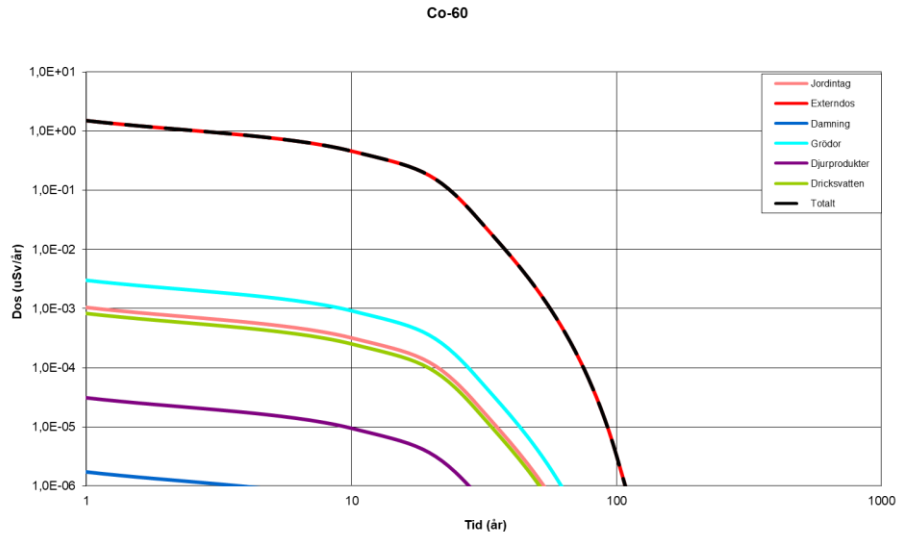
Figur D-15. Dos från ett initialinventarium av ^{136}Cs på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



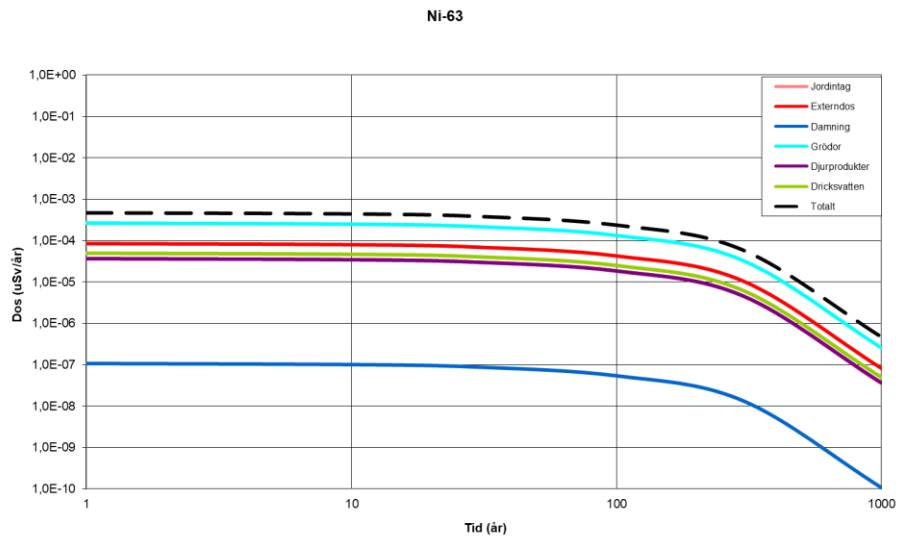
Figur D-16. Dos från ett initialinventarium av ^{55}Fe på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



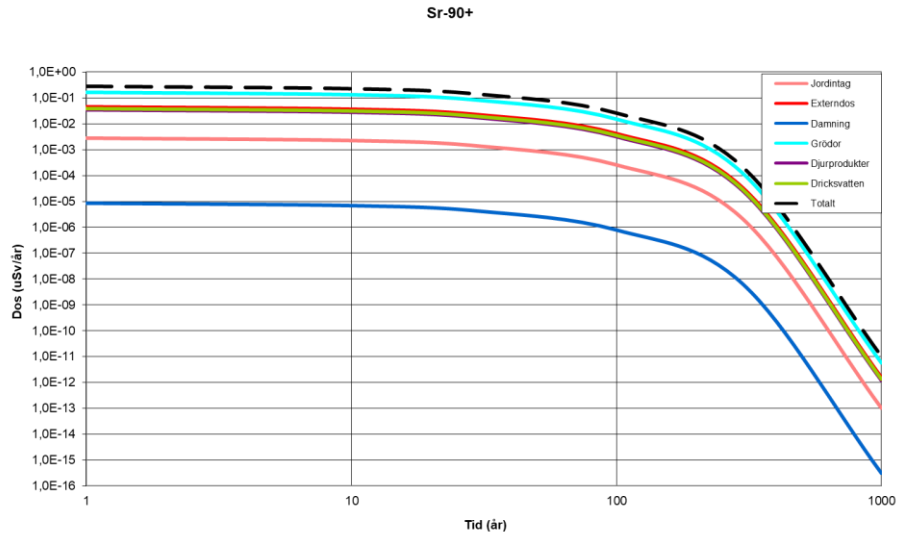
Figur D-17. Dos från ett initialinventarium av Co-60 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



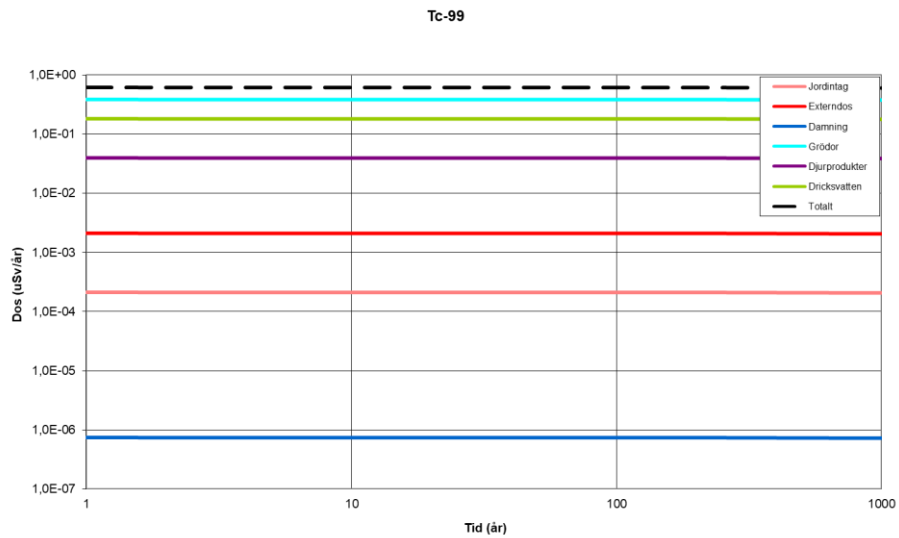
Figur D-18. Dos från ett initialinventarium av Ni-63 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



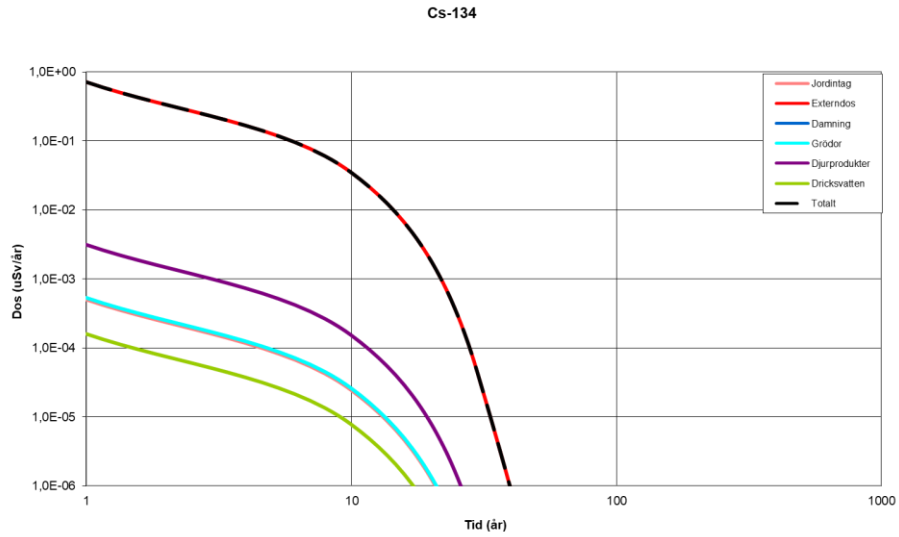
Figur D-19. Dos från ett initialinventarium av Sr-90 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 10-åring.



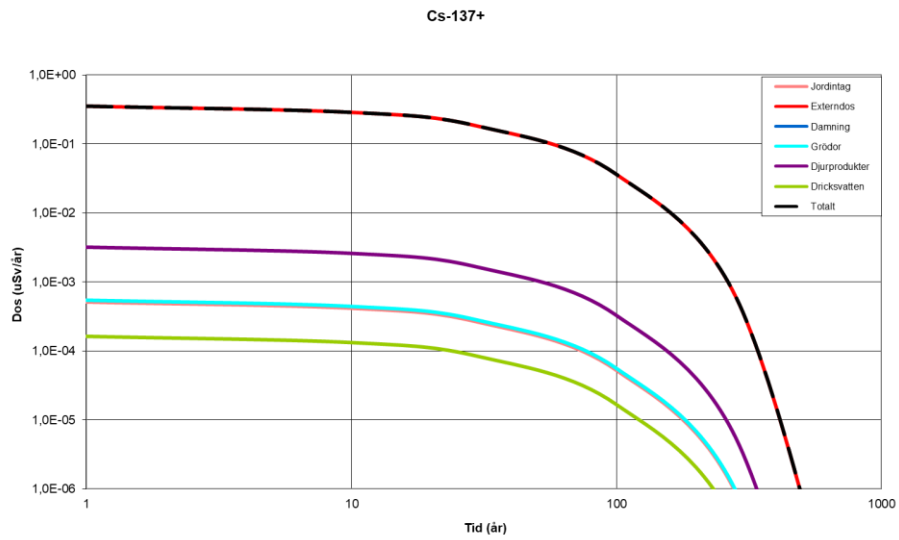
Figur D-20. Dos från ett initialinventarium av Tc-99 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



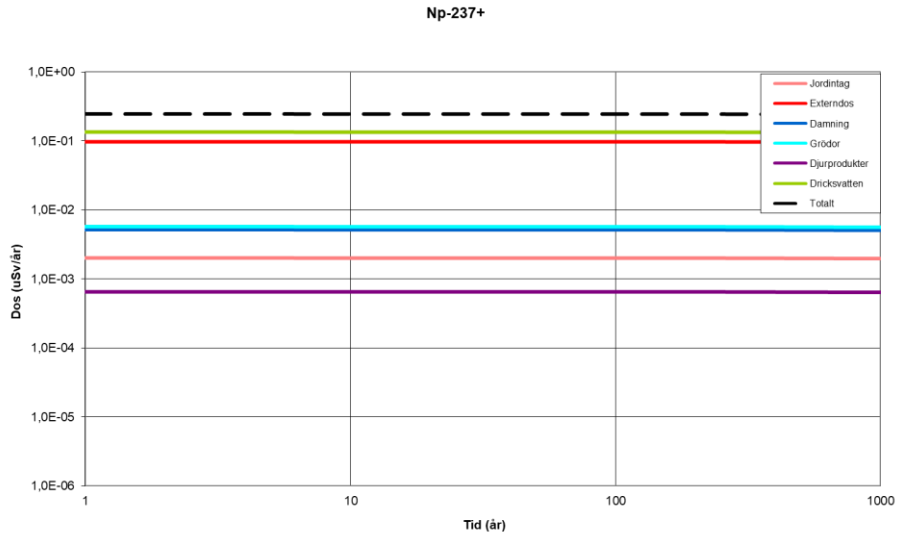
Figur D-21. Dos från ett initialinventarium av Cs-134 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



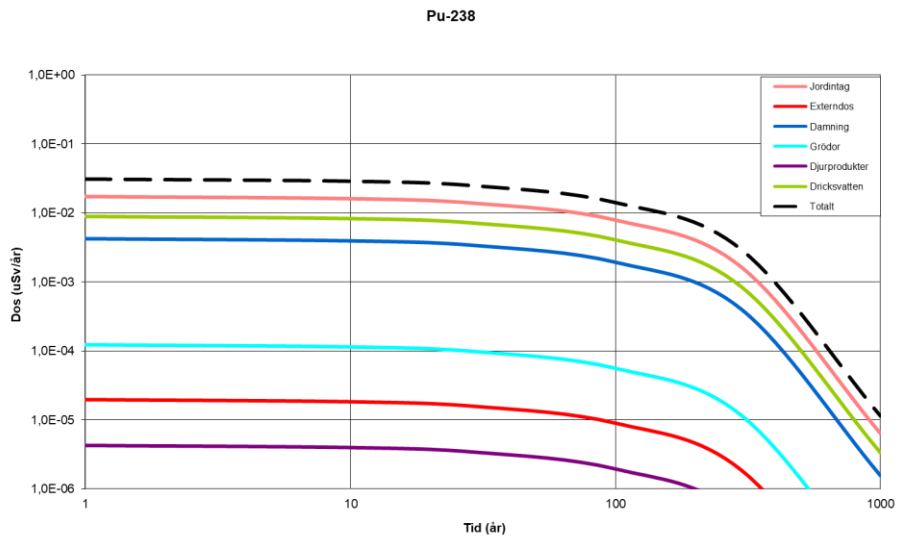
Figur D-22. Dos från ett initialinventarium av Cs-137 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



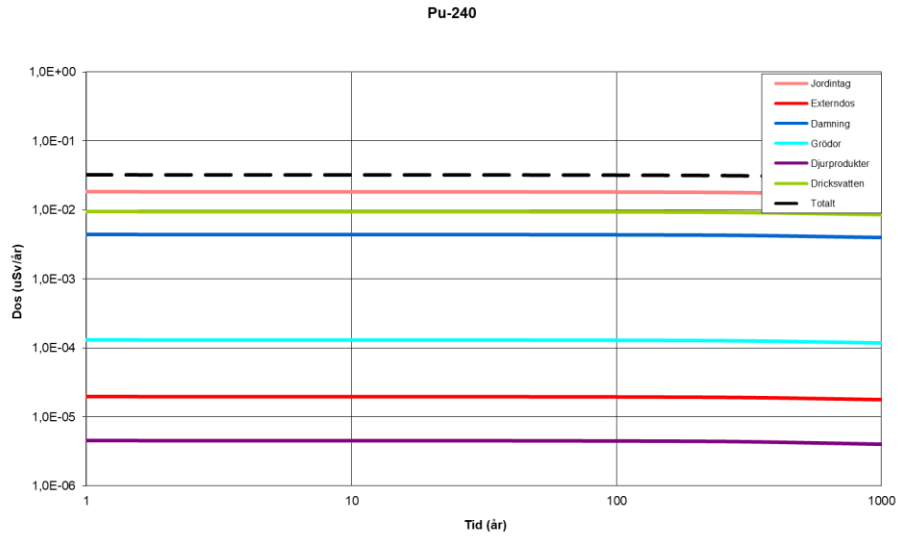
Figur D-23. Dos från ett initialinventarium av Np-237 på 1 Bq/kg TS. Beräkningsfall: KM Vuxen.



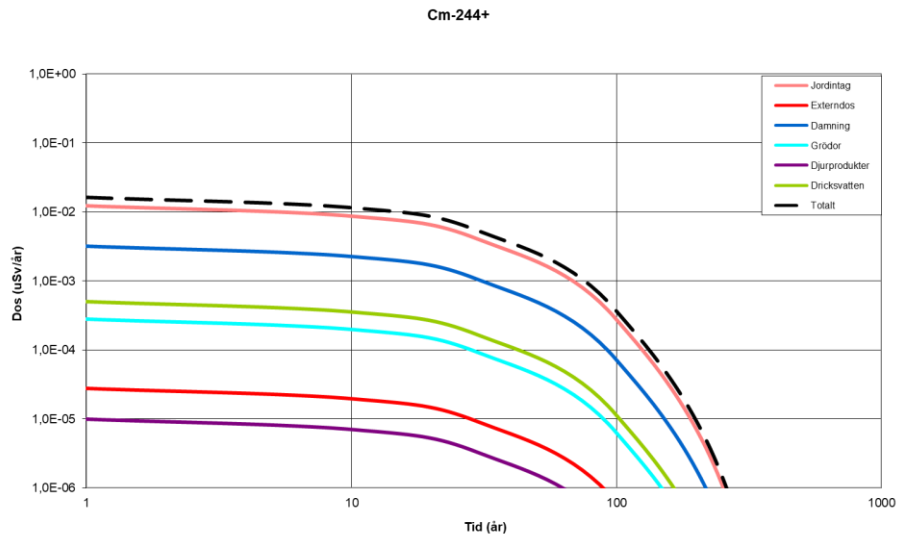
Figur D-24. Dos från ett initialinventarium av Pu-238 på 1 Bq/kg TS. Beräkningsfall: KM 1-åring.



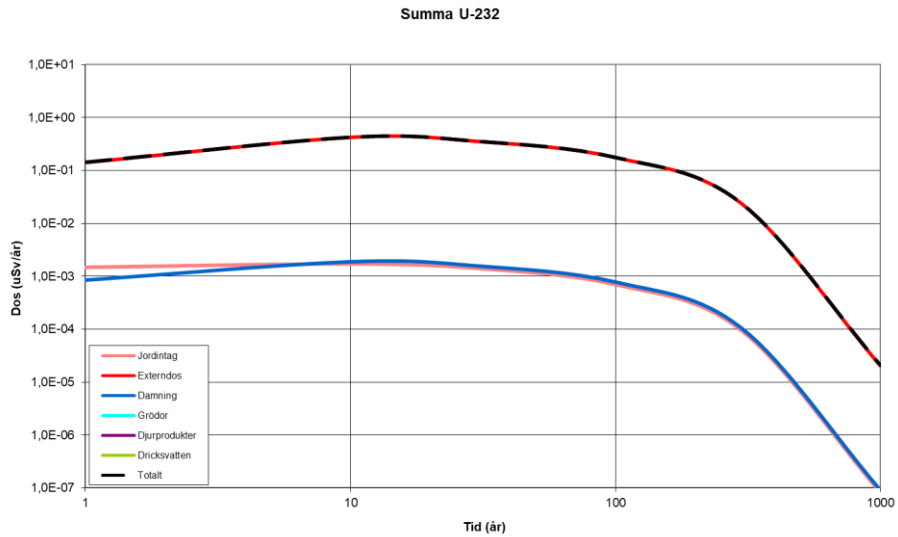
Figur D-25. Dos från ett initialinventarium av Pu-240 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



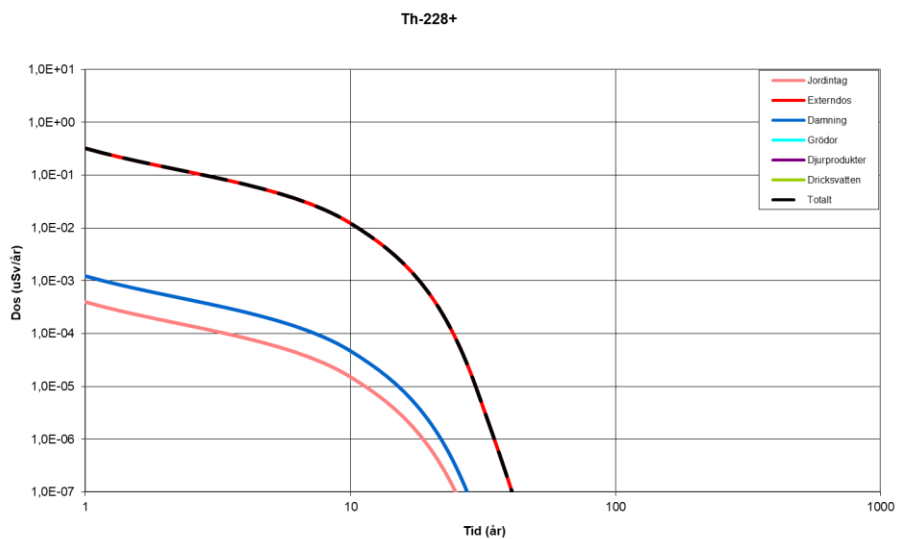
Figur D-26. Dos från ett initialinventarium av Cm-244 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: KM 1-åring.



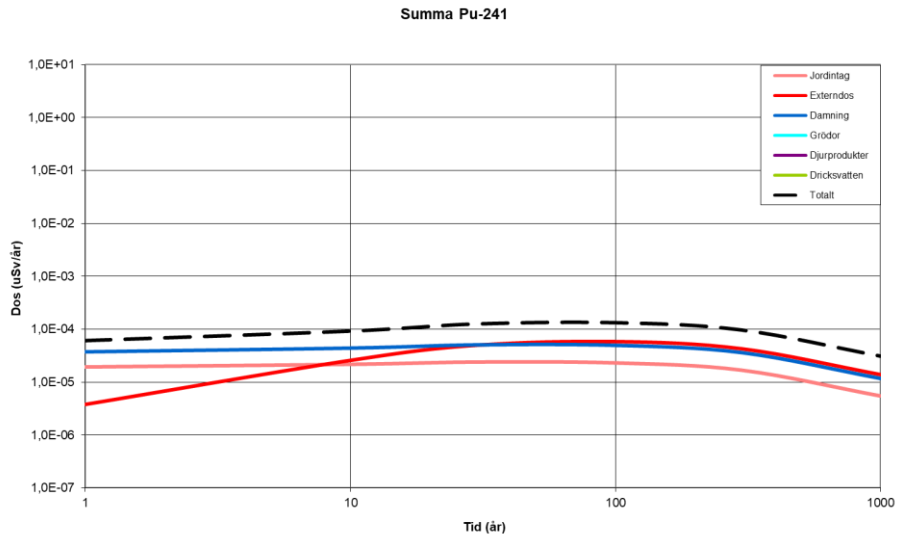
Figur D-27. Dos från ett initialinventarium av U-232 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



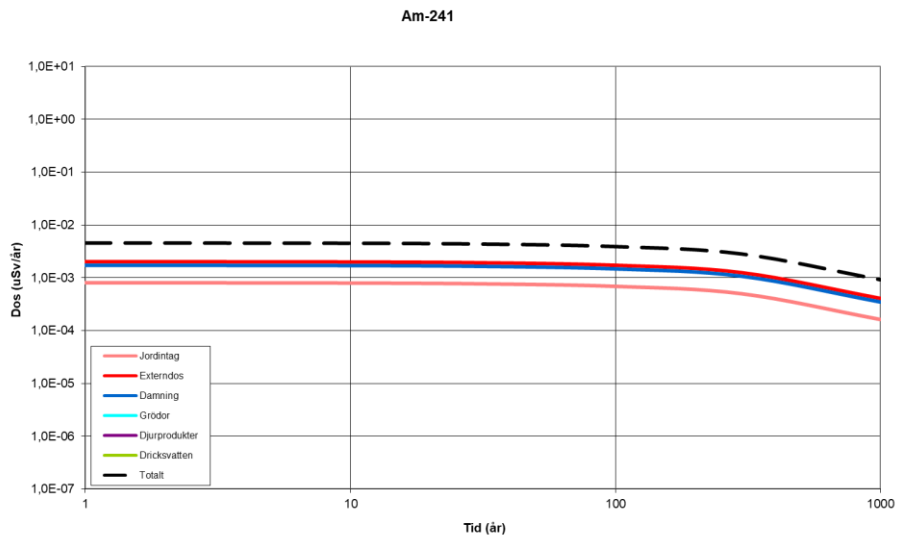
Figur D-28. Dos från ett initialinventarium av Th-228 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



Figur D-29. Dos från ett initialinventarium av Pu-241 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.

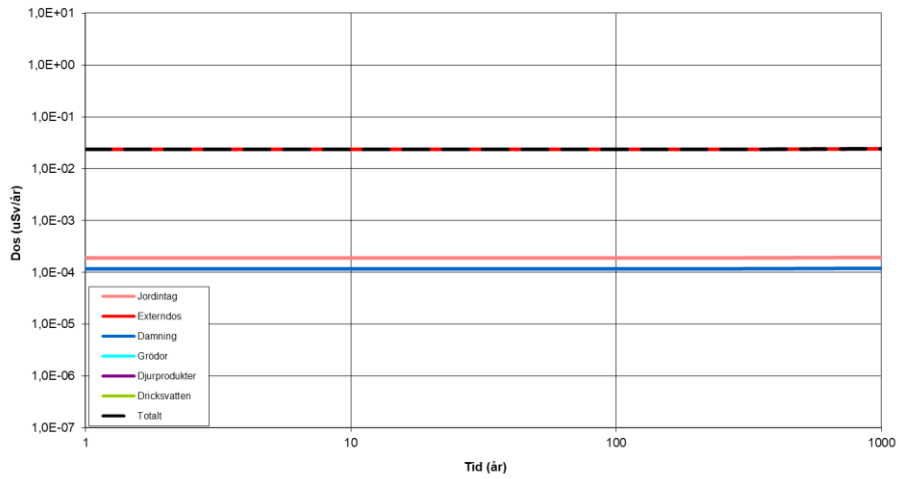


Figur D-30. Dos från ett initialinventarium av Am-241 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



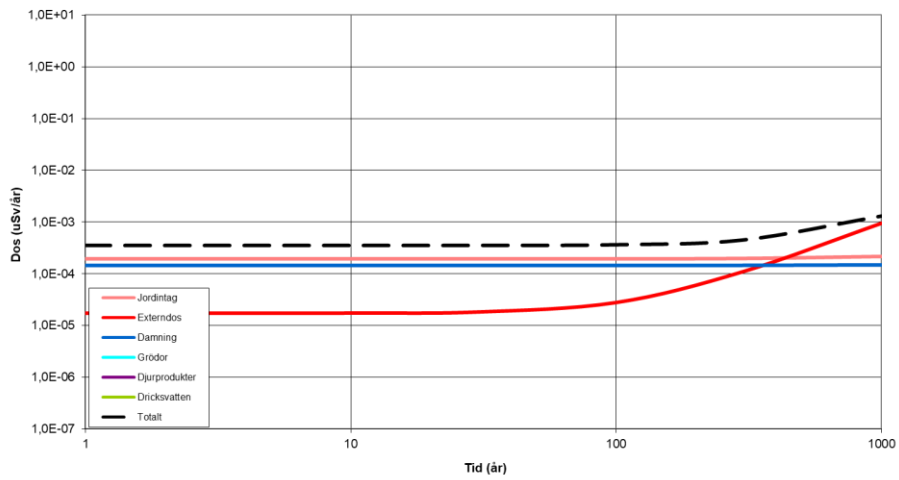
Figur D-31. Dos från ett initialinventarium av U-238 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.

Summa U-238

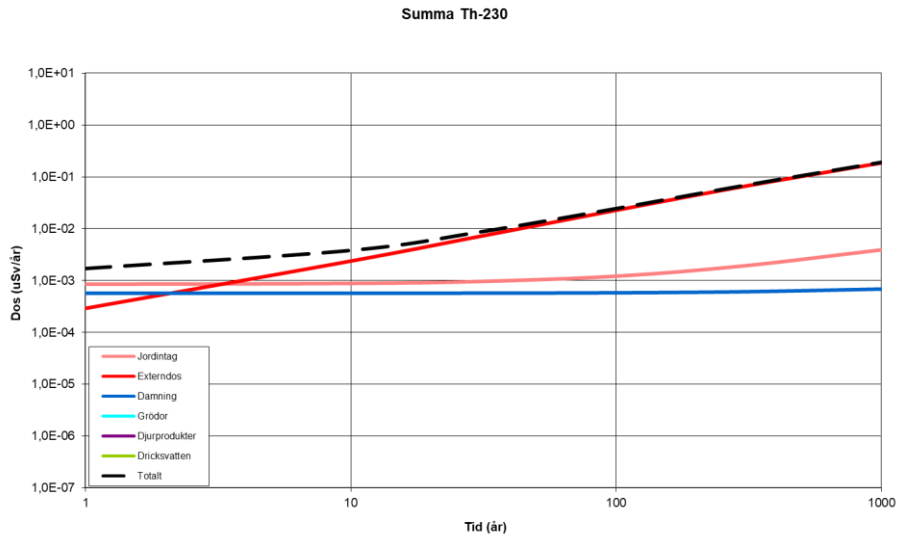


Figur D-32. Dos från ett initialinventarium av U-234 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.

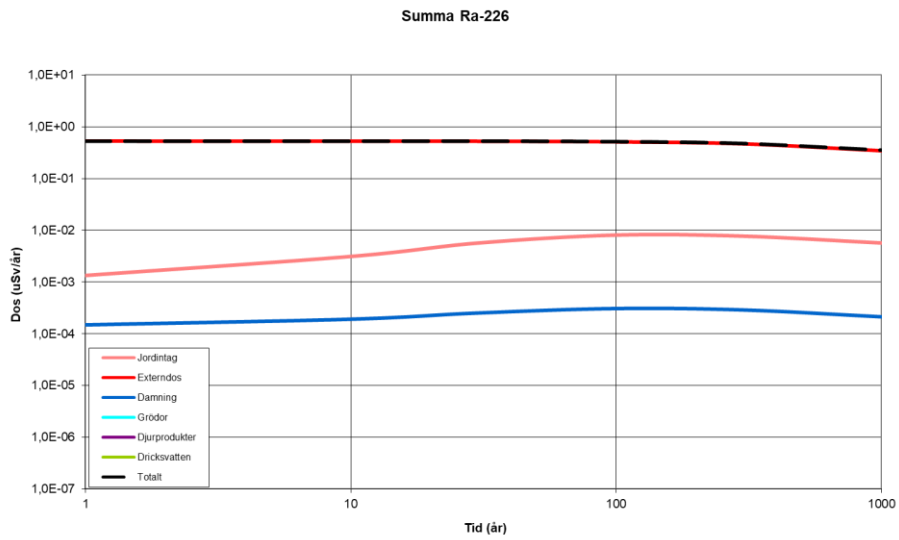
Summa U-234



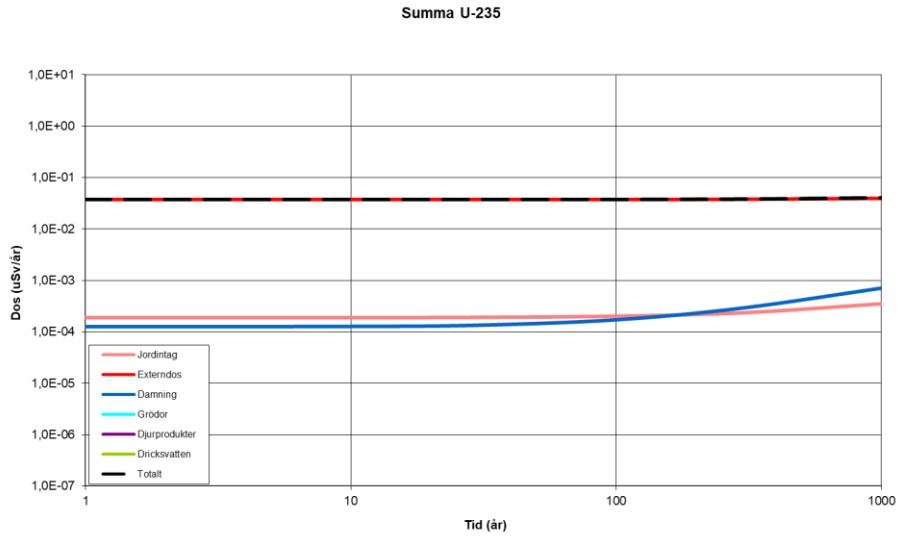
Figur D-33. Dos från ett initialinventarium av Th-230 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



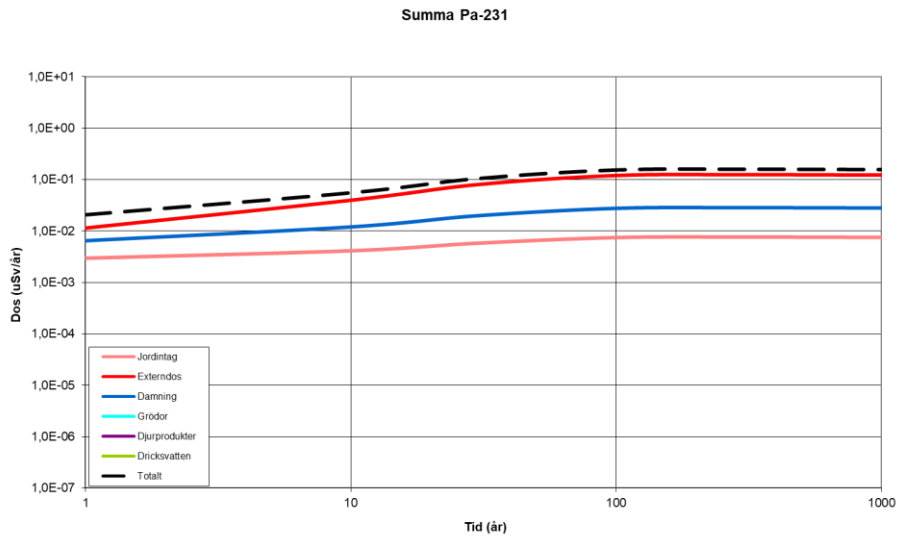
Figur D-34. Dos från ett initialinventarium av Ra-226 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



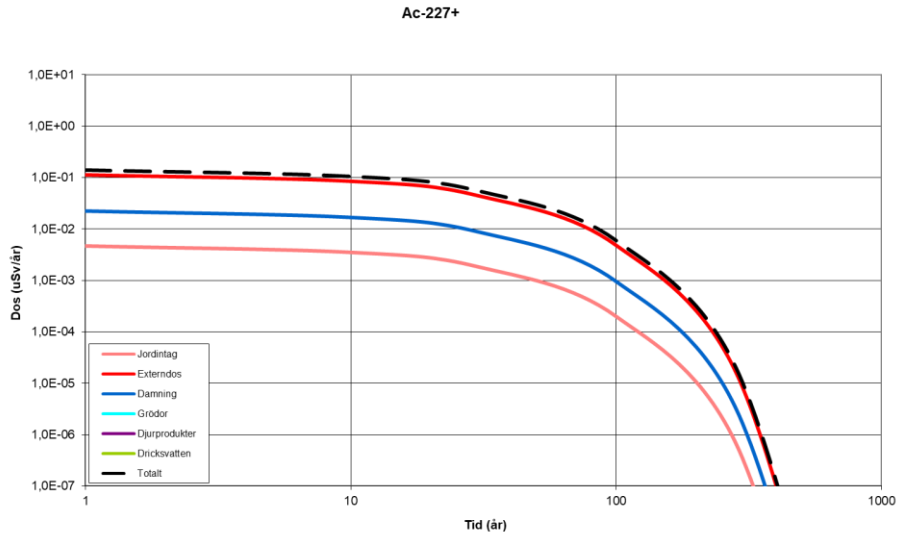
Figur D-37. Dos från ett initialinventarium av U-235 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



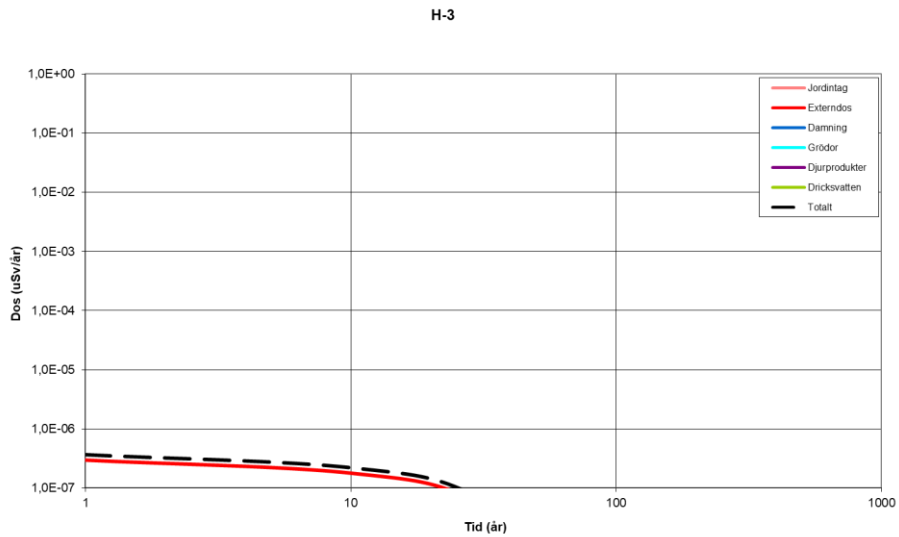
Figur D-38. Dos från ett initialinventarium av Pa-231 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



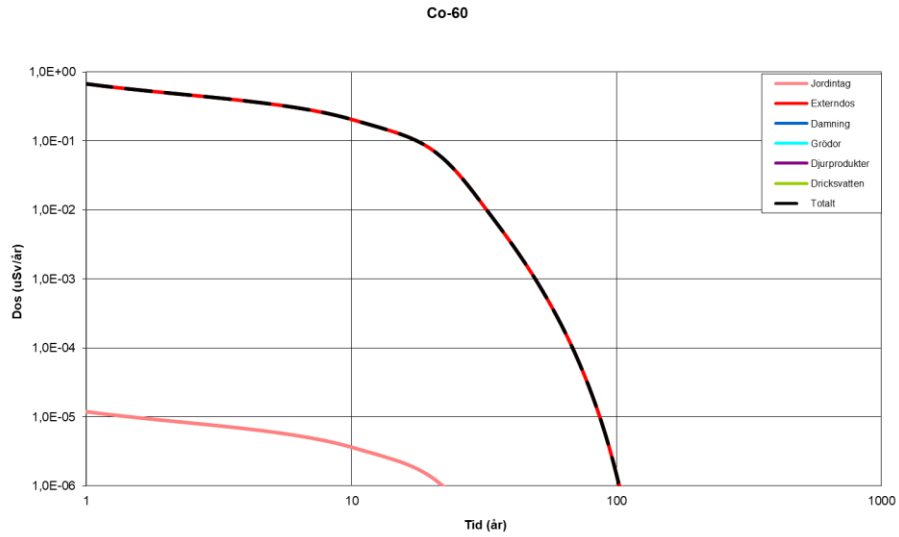
Figur D-39. Dos från ett initialinventarium av Ac-227 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



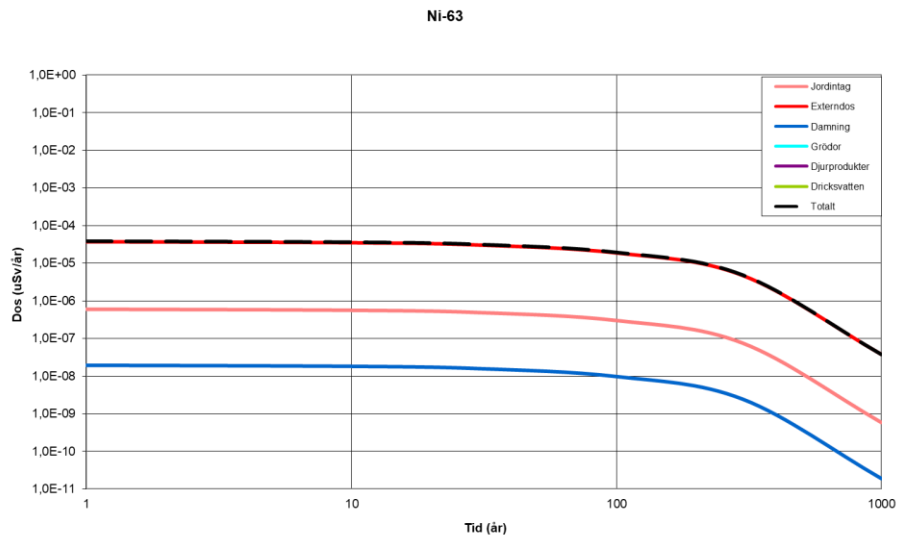
Figur D-40. Dos från ett initialinventarium av H-3 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



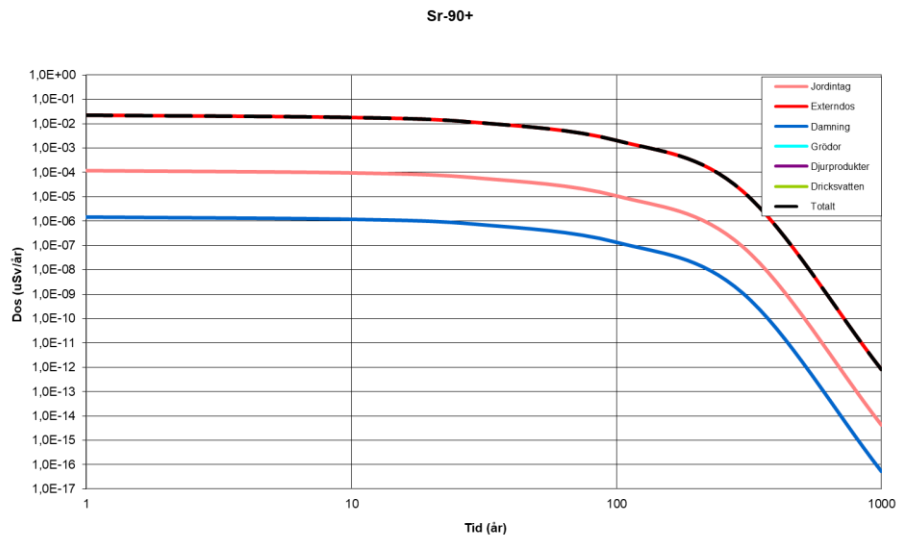
Figur D-43. Dos från ett initialinventarium av Co-60 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



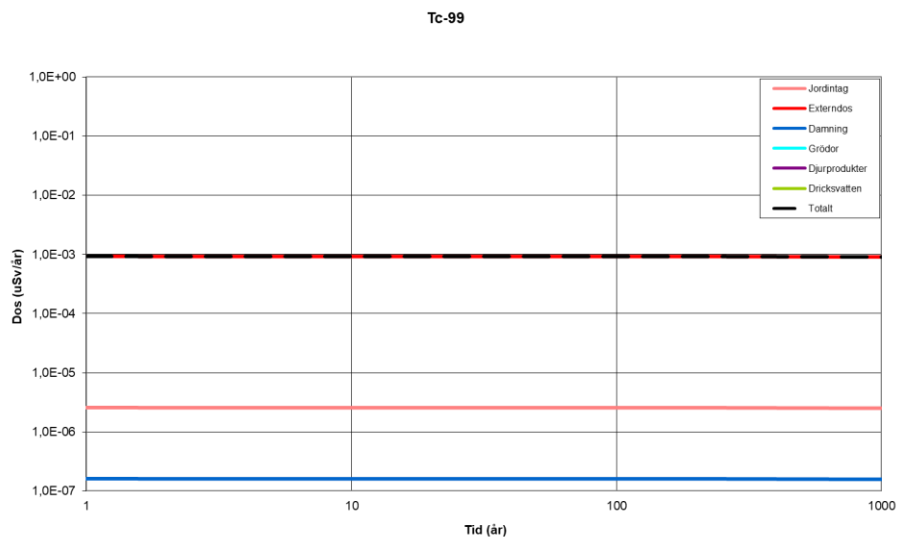
Figur D-44. Dos från ett initialinventarium av Ni-63 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



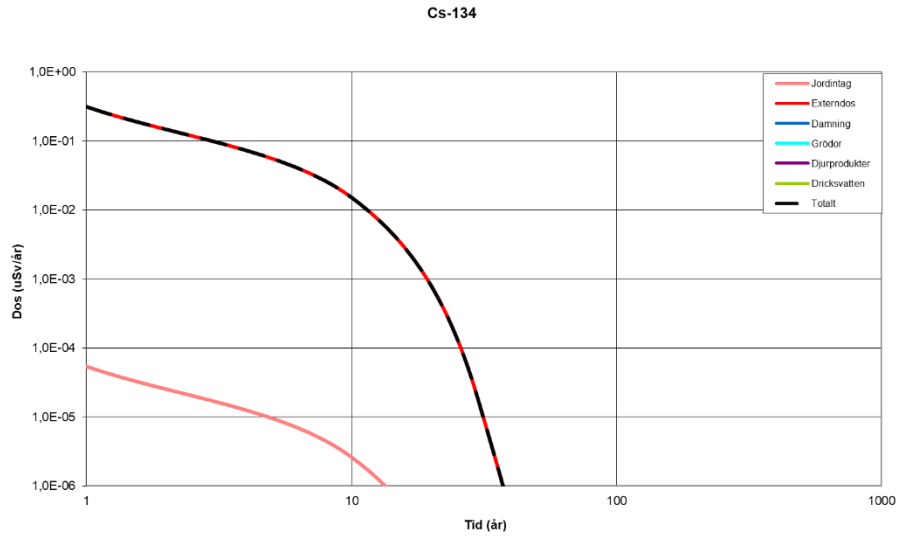
Figur D-45. Dos från ett initialinventarium av Sr-90 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



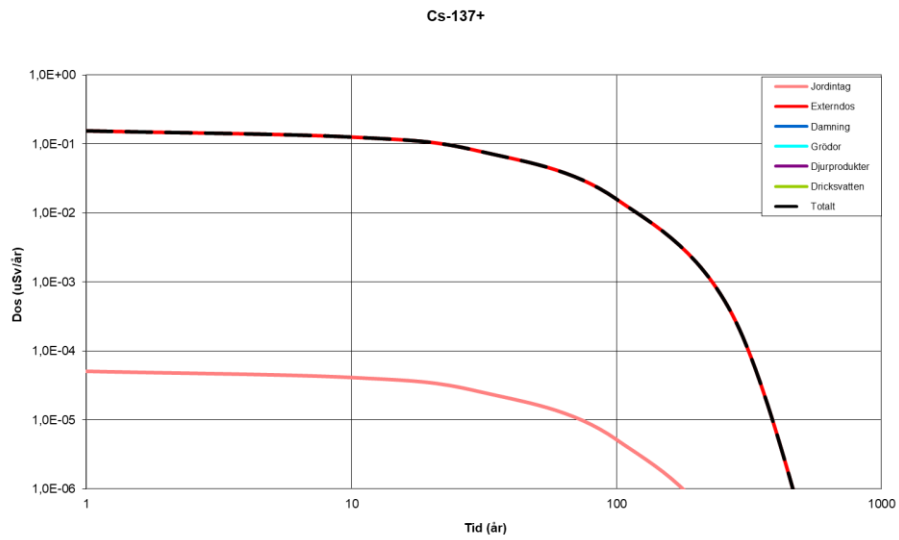
Figur D-46. Dos från ett initialinventarium av Tc-99 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



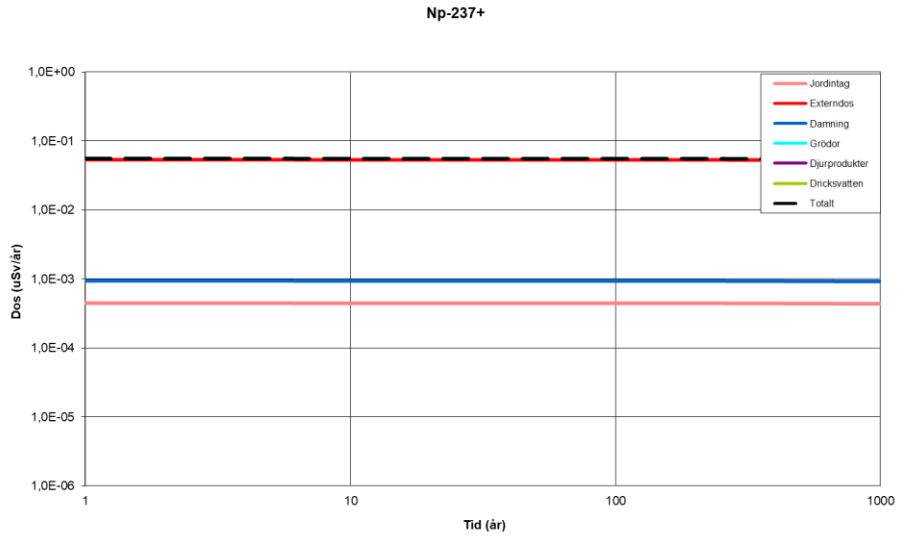
Figur D-47. Dos från ett initialinventarium av Cs-134 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



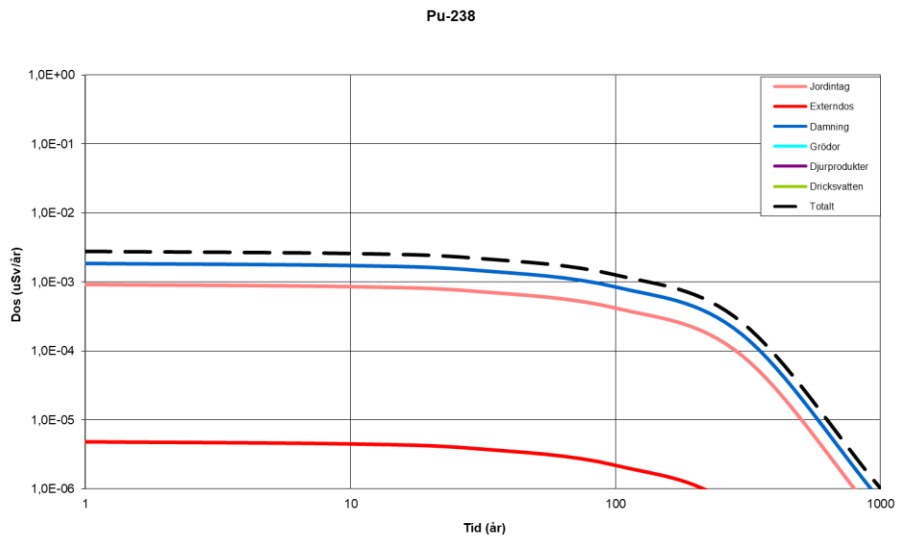
Figur D-48. Dos från ett initialinventarium av Cs-137 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



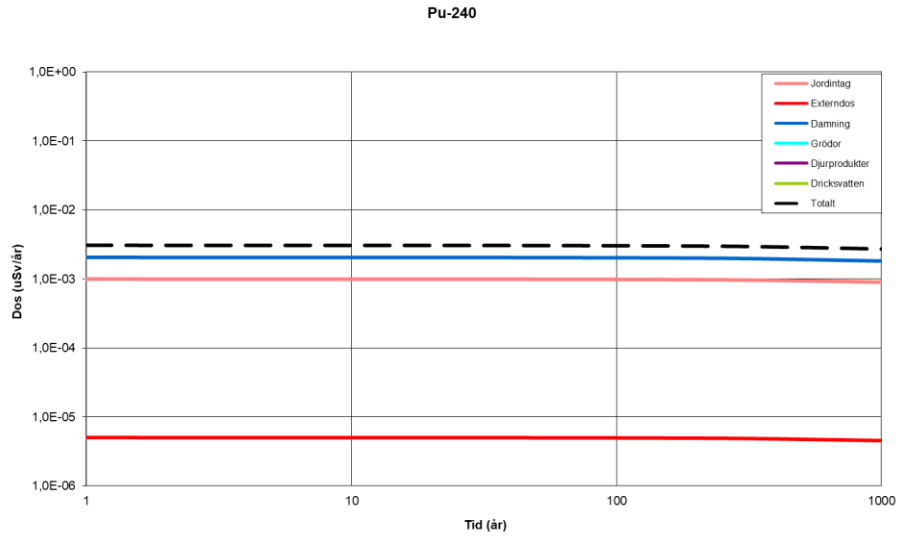
Figur D-49. Dos från ett initialinventarium av Np-237 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



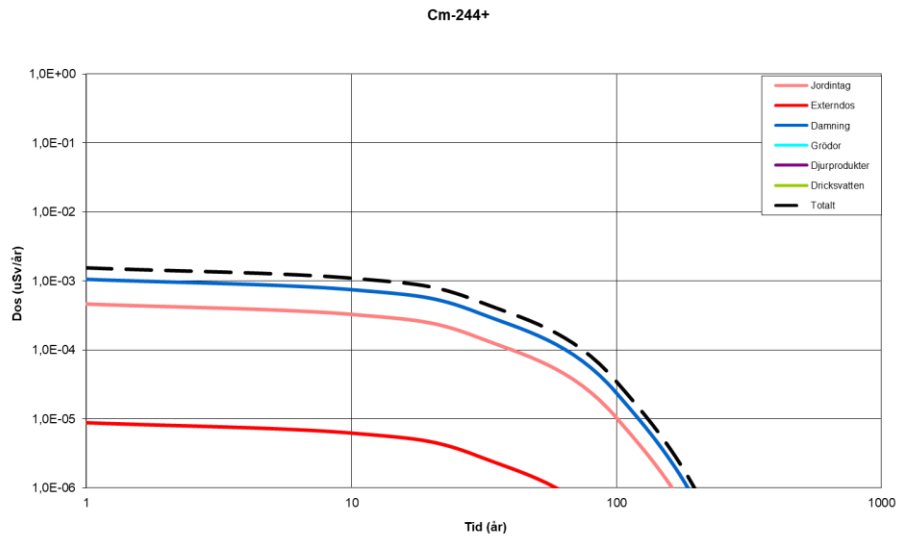
Figur D-50. Dos från ett initialinventarium av Pu-238 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



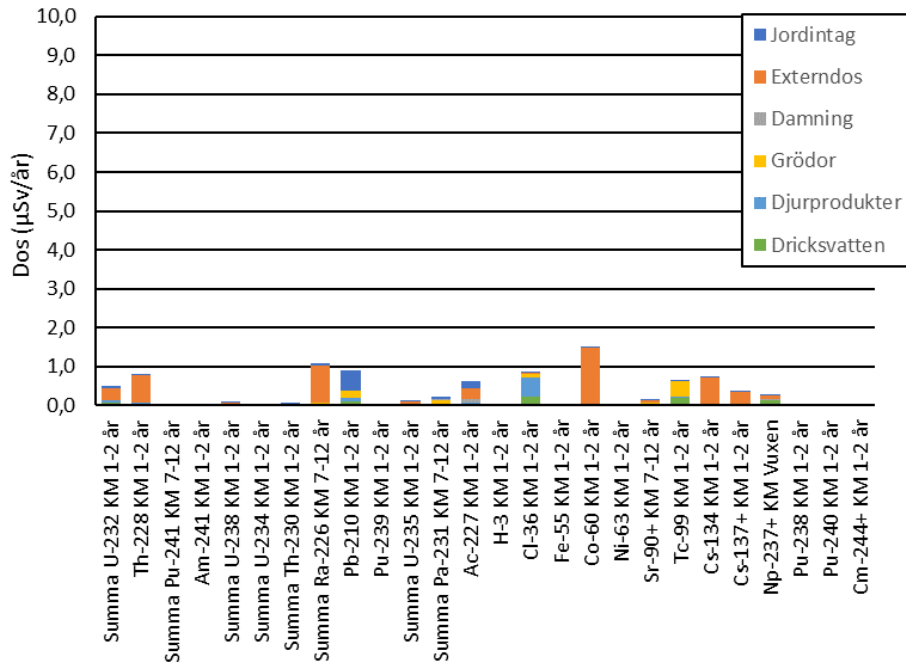
Figur D-51. Dos från ett initialinventarium av Pu-240 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



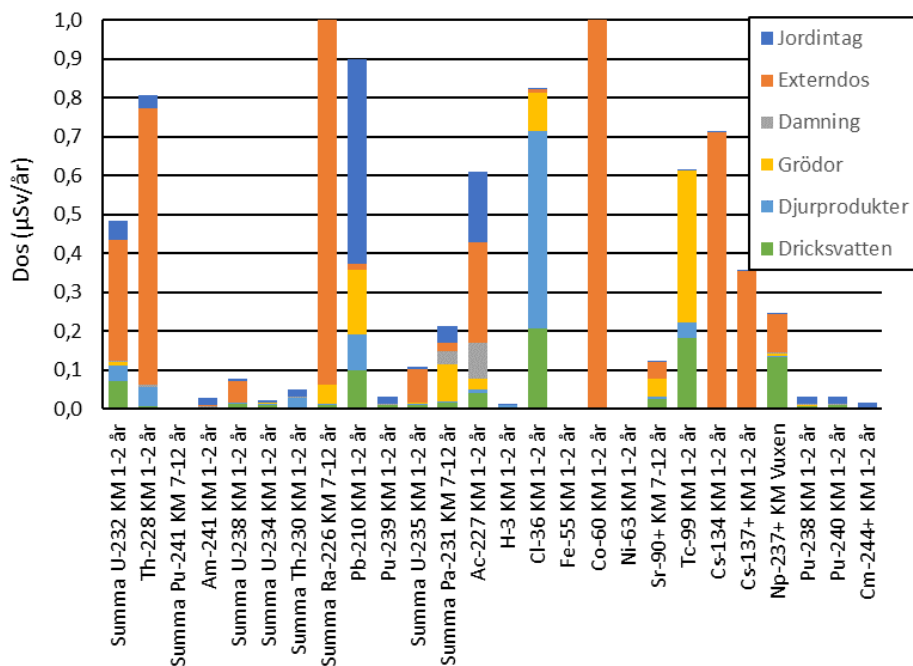
Figur D-52. Dos från ett initialinventarium av Cm-244 på 1 Bq/kg TS.
Beräkningsfall: MKM Vuxen.



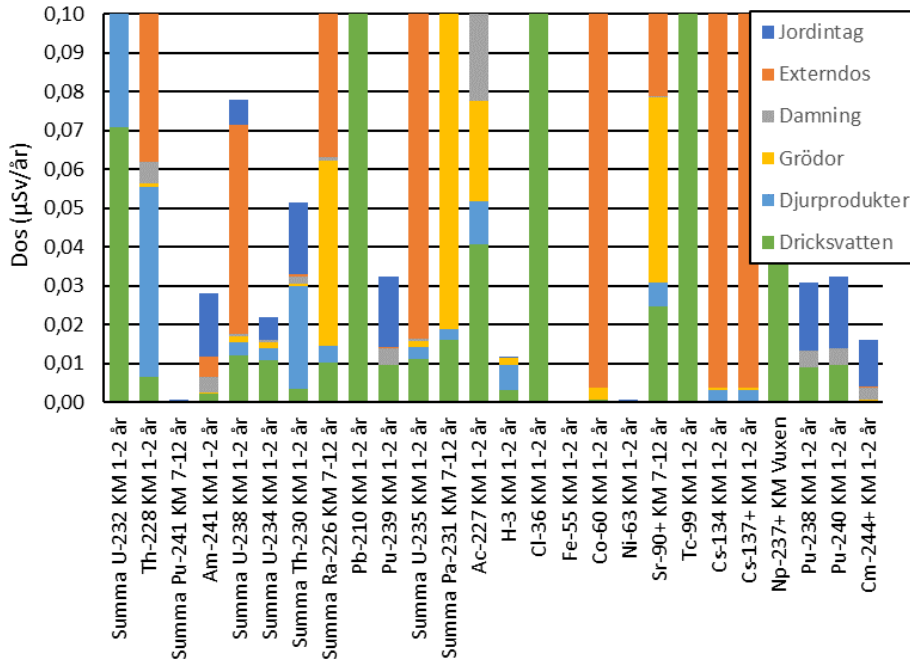
Figur D-53a. Jämförelse av exponeringsvägar för de åldersgrupperna med högst totaldos. Beräkningsfall: KM, t=1 år.



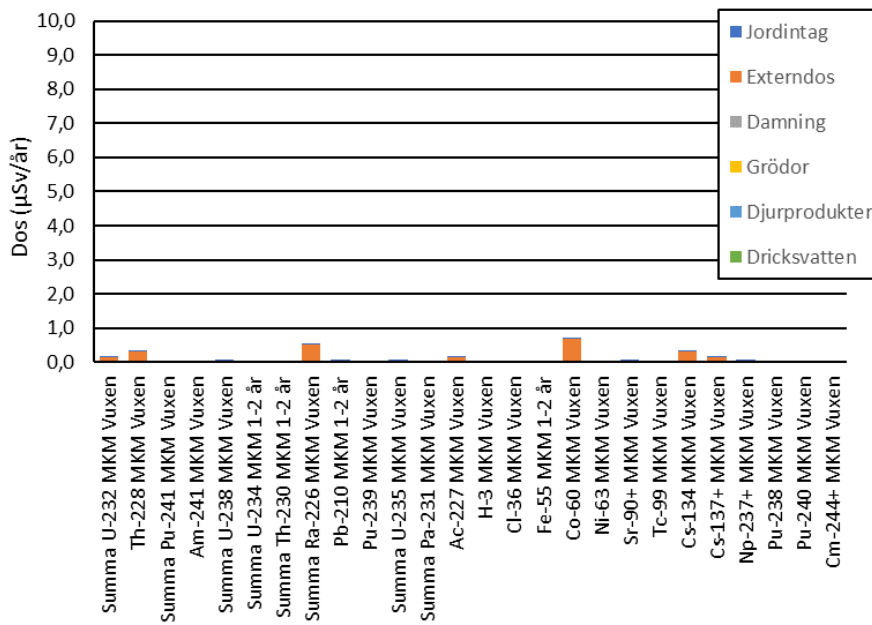
Figur D-53b Jämförelse av exponeringsvägar för de åldersgrupperna med högst totaldos. Beräkningsfall: KM, t=1 år. Inzoomad.



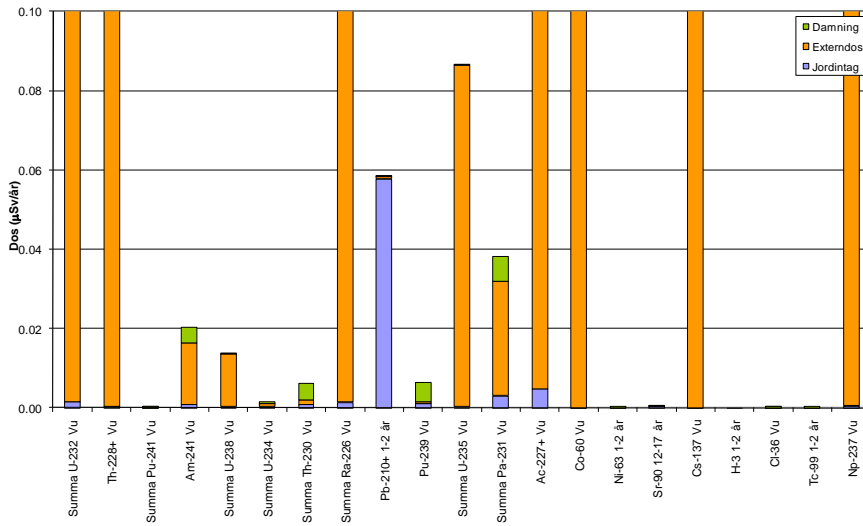
Figur D-53c Jämförelse av exponeringsvägar för de åldersgrupperna med högst totaldos. Beräkningsfall: KM, t=1 år. Inzoomad.



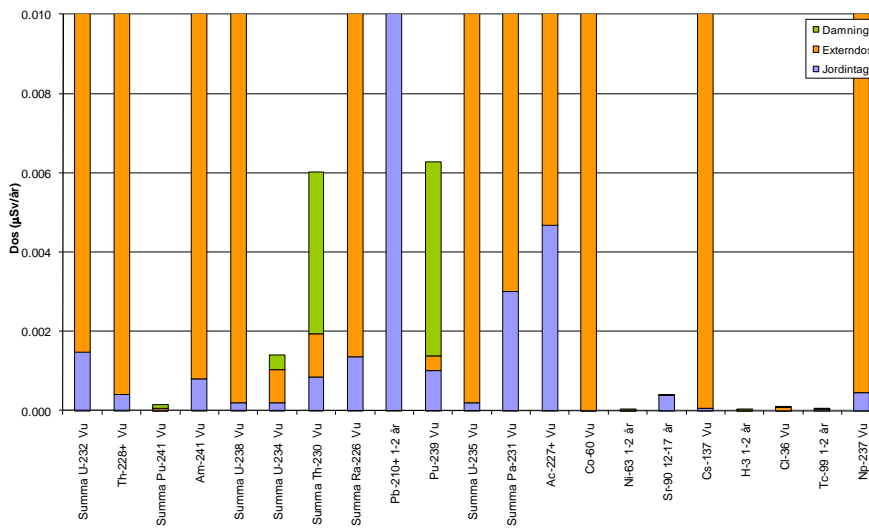
Figur D-54a. Jämförelse av exponeringsvägar för de åldersgrupperna med högst totaldos. Beräkningsfall: MKM, t=1 år.



Figur D-54b. Jämförelse av exponeringsvägar, Beräkningsfall: MKM, t=1 år.



Figur D-54c. Jämförelse av exponeringsvägar, Beräkningsfall: MKM, t=1 år.



Bilaga E: Exponeringsväg – intag av djurprodukter

I denna bilaga redovisas hur stor andel av den totala individdosen som kommer från intag av kött- och mjölkprodukter för basfallet. I bilagan jämförs även dosen från intag av kött- och mjölkprodukter för basfallet då 100 % av kreaturens dricksvattenintag är förorenat med motsvarande dos då 10 % av dricksvattnet är förorenat.

Tabell E-1. Andel av totala individdosen som kommer från intag av kött- och mjölkprodukter för basfallet.

	Summa U-232	Th-228	Summa Pu-241	Am-241	Summa U-238	Summa U-234	Summa Th-230	Summa Ra-226	Pb-210	Pu-239	Summa U-235	Pa-231	Ac-227	H-3	Cl-36	Fe-55	Co-60	Ni-63	Sr-90+	Tc-99	Cs-134	Cs-137+	Np-237+	Pu-238	Pu-240	Cm-244+
t=1																										
1-åring	8%	6%	0%	0%	4%	14%	51%	1%	10%	0%	3%	2%	2%	55%	62%	1%	0%	8%	19%	6%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
10-åring	6%	3%	0%	0%	3%	11%	52%	2%	10%	0%	2%	2%	2%	41%	48%	4%	0%	6%	12%	7%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
Vuxen	1%	0%	0%	0%	1%	4%	32%	0%	8%	0%	1%	1%	1%	22%	26%	4%	0%	4%	5%	8%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
t=10																										
1-åring	7%	6%	0%	0%	4%	14%	45%	3%	10%	0%	3%	2%	2%	55%	62%	1%	0%	8%	19%	6%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
10-åring	5%	3%	0%	0%	3%	11%	44%	2%	10%	0%	2%	2%	2%	41%	48%	4%	0%	6%	12%	7%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
Vuxen	1%	0%	0%	0%	1%	4%	26%	1%	8%	0%	1%	1%	1%	22%	26%	4%	0%	4%	5%	8%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
t=30																										
1-åring	7%	6%	0%	0%	4%	14%	35%	4%	10%	0%	3%	2%	2%	55%	62%	1%	0%	8%	19%	6%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
10-åring	5%	3%	0%	0%	3%	11%	33%	3%	10%	0%	2%	2%	2%	41%	48%	4%	0%	6%	12%	7%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
Vuxen	1%	0%	0%	0%	1%	4%	18%	1%	8%	0%	1%	1%	1%	22%	26%	4%	0%	4%	5%	8%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
t=100																										
1-åring	7%	6%	0%	0%	4%	14%	21%	5%	10%	0%	3%	2%	2%	55%	62%	1%	0%	8%	19%	6%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
10-åring	5%	3%	0%	0%	3%	11%	20%	4%	10%	0%	2%	2%	2%	41%	48%	4%	0%	6%	12%	7%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
Vuxen	1%	0%	0%	0%	1%	4%	10%	1%	8%	0%	1%	1%	1%	22%	26%	4%	0%	4%	5%	8%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
t=300																										
1-åring	7%	6%	0%	0%	4%	14%	12%	5%	10%	0%	3%	2%	2%	55%	62%	1%	0%	8%	19%	6%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
10-åring	5%	3%	0%	0%	3%	11%	11%	4%	10%	0%	2%	2%	2%	41%	48%	4%	0%	6%	12%	7%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
Vuxen	1%	0%	0%	0%	1%	4%	5%	1%	8%	0%	1%	1%	1%	22%	26%	4%	0%	4%	5%	8%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
t=1000																										
1-åring	7%	6%	0%	0%	4%	14%	8%	5%	10%	0%	3%	2%	2%	55%	62%	1%	0%	8%	19%	6%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
10-åring	5%	3%	0%	0%	3%	11%	7%	4%	10%	0%	2%	2%	2%	41%	48%	4%	0%	6%	12%	7%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
Vuxen	1%	0%	0%	0%	1%	4%	3%	1%	8%	0%	1%	1%	1%	22%	26%	4%	0%	4%	5%	8%	1%	1%	0%	0%	0%	0%

Tabell E-2. Kvot av dos från intag av kött- och mjölkprodukter då 100 % av kreaturens dricksvattenintag är förorenat och då 10 % av dricksvattnet är förorenat, 1-åring.

Tid (år)	Summa U-232 (%)	Th-228 (%)	Summa Pu-241 (%)	Am-241 (%)	Summa U-238 (%)	Summa U-234 (%)	Summa Th-230 (%)	Summa Ra-226 (%)	Pb-210 (%)	Pu-239 (%)	Summa U-235 (%)	Summa Pa-231 (%)	Ac-227 (%)	H-3 (%)	Cl-36 (%)	Fe-55 (%)	Co-60 (%)	Ni-63 (%)	Sr-90+ (%)	Tc-99 (%)	Cs-134 (%)	Cs-137+ (%)	Np-237+ (%)	Pu-238 (%)	Pu-240 (%)	Cm-244+ (%)
1	114	102	454	185	132	132	102	101	101	506	132	102	102	138	141	199	114	107	104	110	101	101	225	506	506	132
10	107	102	278	185	132	132	102	101	101	506	132	102	102	138	141	199	114	107	104	110	101	101	225	506	506	132
30	107	102	209	185	132	132	102	101	101	506	132	102	102	138	141	199	114	107	104	110	101	101	225	506	506	132
100	107	102	185	185	132	131	102	101	101	506	131	102	102	138	141	199	114	107	104	110	101	101	225	506	506	132
300	107	102	185	185	132	131	102	101	101	506	131	102	102	138	141	199	114	107	104	110	101	101	225	506	506	132
1000	107	102	185	185	132	127	101	101	101	506	128	102	102	138	141	199	114	107	104	110	101	101	225	506	506	132

Tabell E-3. Kvot av dos från intag av kött- och mjölkprodukter då 100 % av kreaturens dricksvattenintag är förorenat och då 10 % av dricksvattnet är förorenat, 10 åring.

Tid (år)	Summa U-232 (%)	Th-228 (%)	Summa Pu-241 (%)	Am-241 (%)	Summa U-238 (%)	Summa U-234 (%)	Summa Th-230 (%)	Summa Ra-226 (%)	Pb-210 (%)	Pu-239 (%)	Summa U-235 (%)	Summa Pa-231 (%)	Ac-227 (%)	H-3 (%)	Cl-36 (%)	Fe-55 (%)	Co-60 (%)	Ni-63 (%)	Sr-90+ (%)	Tc-99 (%)	Cs-134 (%)	Cs-137+ (%)	Np-237+ (%)	Pu-238 (%)	Pu-240 (%)	Cm-244+ (%)
1	119	102	393	185	132	132	102	101	101	507	132	102	102	139	141	200	115	107	105	110	101	101	232	507	507	134
10	110	102	226	185	132	132	102	101	101	507	132	102	102	139	141	200	115	107	105	110	101	101	232	507	507	134
30	110	102	194	185	132	132	102	101	101	507	132	102	102	139	141	200	115	107	105	110	101	101	232	507	507	134
100	110	102	185	185	132	131	102	101	101	507	131	102	102	139	141	200	115	107	105	110	101	101	232	507	507	134
300	110	102	185	185	132	131	101	101	101	507	130	102	102	139	141	200	115	107	105	110	101	101	232	507	507	134
1000	110	102	185	185	132	127	101	101	101	507	127	102	102	139	141	200	115	107	105	110	101	101	232	507	507	134

Tabell E-4. Kvot av dos från intag av kött- och mjölkprodukter då 100 % av kreaturens dricksvattenintag är förorenat och då 10 % av dricksvattnet är förorenat, Vuxen.

Tid (år)	Summa U-232 (%)	Th-228 (%)	Summa Pu-241 (%)	Am-241 (%)	Summa U-238 (%)	Summa U-234 (%)	Summa Th-230 (%)	Summa Ra-226 (%)	Pb-210 (%)	Pu-239 (%)	Summa U-235 (%)	Summa Pa-231 (%)	Ac-227 (%)	H-3 (%)	Cl-36 (%)	Fe-55 (%)	Co-60 (%)	Ni-63 (%)	Sr-90+ (%)	Tc-99 (%)	Cs-134 (%)	Cs-137+ (%)	Np-237+ (%)	Pu-238 (%)	Pu-240 (%)	Cm-244+ (%)
1	123	102	314	185	132	132	102	101	101	508	132	102	102	140	142	200	115	107	105	111	101	101	238	508	508	136
10	114	102	202	185	132	132	102	101	101	508	132	102	102	140	142	200	115	107	105	111	101	101	238	508	508	136
30	114	102	189	185	132	132	102	101	101	508	132	102	102	140	142	200	115	107	105	111	101	101	238	508	508	136
100	114	102	185	185	132	132	102	101	101	508	131	102	102	140	142	200	115	107	105	111	101	101	238	508	508	136
300	114	102	185	185	132	131	102	101	101	508	129	102	102	140	142	200	115	107	105	111	101	101	238	508	508	136
1000	114	102	185	185	132	127	102	101	101	508	124	102	102	140	142	200	115	107	105	111	101	101	238	508	508	136

Bilaga F: Nuklidkoncentration inom området och i nedströms liggande brunn respektive ytvatten

I denna bilaga redovisas beräknade koncentrationer av radionuklider inom området och i en nedströms liggande brunn (utspädningsfaktor 14) respektive ytvatten (utspädningsfaktor 4 000). Gula fält i tabellerna redovisar den maximala koncentrationen av respektive radionuklid.

Modellen för framtagning av utspädningsfaktorer som har använts vid beräkning av radionuklidkoncentrationen i brunnsvatten och ytvatten redovisas nedan. Se även Naturvårdsverket (2009).

Utspädningsfaktor grundvatten för förorening ovanför grundvattenytan

Utspädningsfaktorn DF_{brunn} beräknas enligt följande:

$$DF_{brunn} = \frac{W \cdot L \cdot I^*}{(W + 2 \cdot y_{mix}) \cdot d_{mix} \cdot K \cdot i + W \cdot L \cdot I^* + (W + y_{mix}) \cdot X \cdot I} \quad (F-1)$$

där:

- L = längd på det förorenade området i grundvattnets strömningsriktning (m)
- W = bredden på det förorenade området vinkelrätt mot grundvattnets strömningsriktning (m)
- X = avståndet från det förorenade området till brunnen (m)
- I = infiltration i området nedströms det förorenade området (m/år)
- I^* = nettoinfiltration över det förorenade området (m/år)
- K = hydrauliska konduktiviteten hos jorden (m/år)
- i = hydrauliska gradienten (m/m)
- d_{mix} = tjockleken på blandningszonen vid brunnen (m)
- y_{mix} = utsträckning av blandningszonen vinkelrätt mot grundvattnets strömningsriktning, Den totala bredden av plymen vid brunnen är $2y_{mix} + W$ (m)

Utbredningen (y_{mix}) respektive tjockleken (d_{mix}) av blandningszonen ges av följande uttryck:

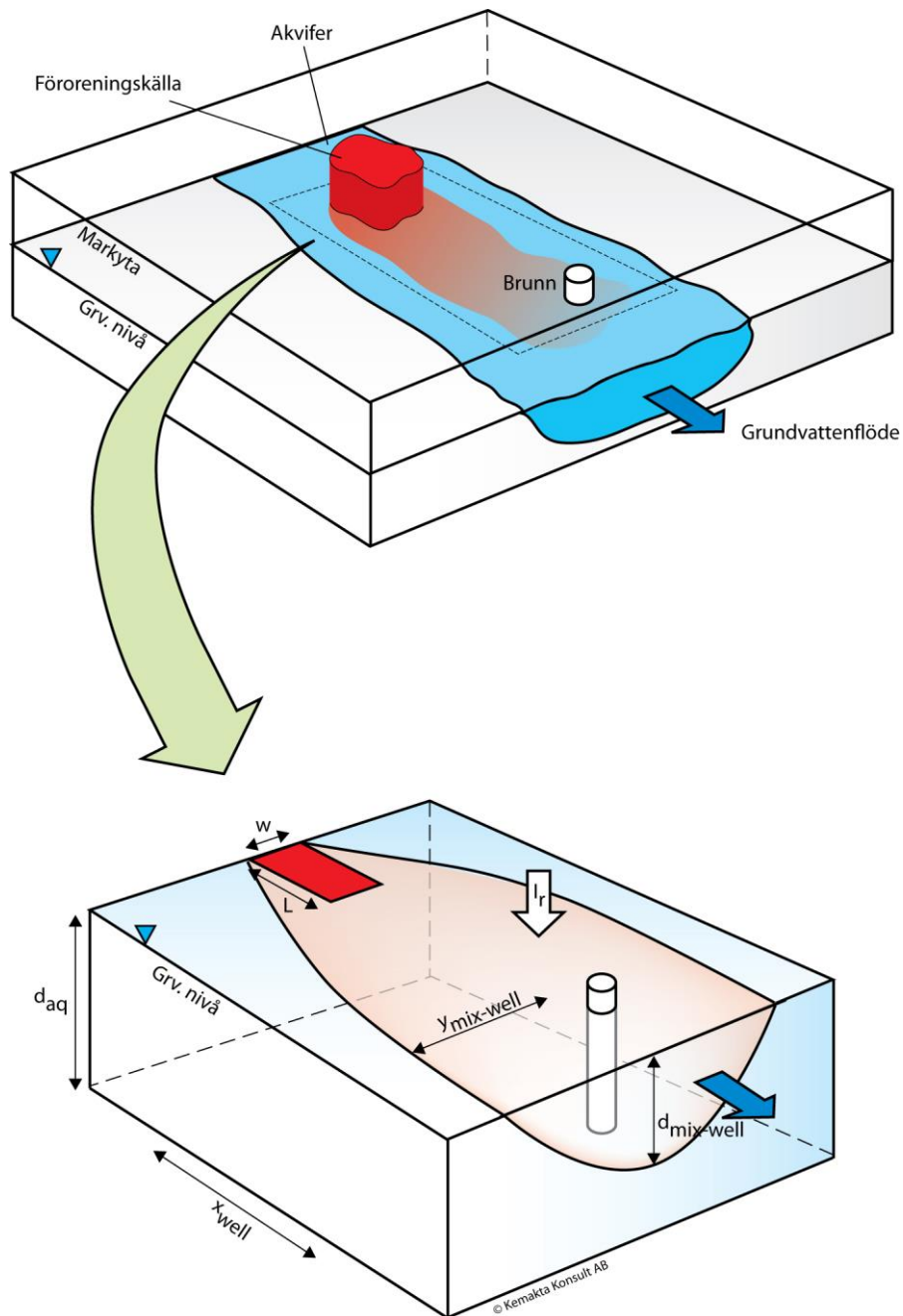
$$y_{mix} = \sqrt{0,0112 \cdot (L + X)^2} \quad (F-2)$$

respektive

$$d_{mix} = \sqrt{0,0112 \cdot (L + X)^2} + d_a \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{L \cdot I^* + X \cdot I}{K \cdot i \cdot d_a}\right) \right] \quad (\text{F-3})$$

d_{mix} kan dock ej överstiga akviferens mäktighet d_a ,

I figur F-1 presenteras en schematisk bild av modellen som används vid beräkning av utspädningsfaktorn där föroreningen är belägen i markytan ovanför grundvattennivån,



Figur F-1 Modell för beräkning av utspädningsfaktor för brunn nedströms ett område där föroeningen ligger ovanför grundvattenytan.

Utspänningsfaktor ytvatten för förorening ovanför grundvattenytan

Radionuklider som återfinns ovanför grundvattenytan antas lakas ut med infiltrerande nederbörd, Utspänningsfaktorn beräknas som kvoten av infiltrerande nederbörd som passerar förorenad jord och vattenföringen i ytvattendraget:

$$DF_{yrv} = \frac{L \cdot W \cdot I^*}{Q_{yrv}} \quad (\text{F-4})$$

där

L = det förorenade områdets längd i grundvattnets strömningsriktning (m)

W = det förorenade områdets bredd vinkelrätt mot grundvattnets strömningsriktning (m)

I^* = nettoinfiltration över det förorenade området (m/år)

Q_{yrv} = flödet i vattendraget (m³/år)

För sjöar kan flödet beräknas enligt:

$$Q_{yrv} = \frac{V_{sjö}}{t_{sjö}} \quad (\text{F-5})$$

där

$V_{sjö}$ = sjöns volym (m³)

$t_{sjö}$ = sjöns omsättningstid (år)

Tabell F- 1 Radionuklidinventarium (Bq/kg TS) inom området som en funktion av tid. (forts.)


		Singelnuklider													
		H-3	Cl-36	Fe-55	Co-60	Ni-63	Sr-90+	Tc-99	Cs-134	Cs-137+	Np-237+	Pu-238	Pu-240	Cm-244+	
		Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	
Initialinventar (Bq/kg TS)		1,0	4,0	7,0	9,0	11,0	14,0	19,0	31,0	32,0	40,0	41,0	42,0	47,0	
Halveringstid (år)		1,23E+01	3,01E+05	2,74E+00	5,27E+00	1,00E+02	2,88E+01	2,11E+05	2,06E+00	3,02E+01	2,14E+06	8,77E+01	6,56E+03	1,81E+01	
Tid (år)															
1		9,5E-01	1,0E+00	7,8E-01	8,8E-01	9,9E-01	9,8E-01	1,0E+00	7,1E-01	9,8E-01	1,0E+00	9,9E-01	1,0E+00	9,6E-01	
10		5,7E-01	1,0E+00	7,9E-02	2,7E-01	9,3E-01	7,9E-01	1,0E+00	3,5E-02	7,9E-01	1,0E+00	9,2E-01	1,0E+00	6,8E-01	
30		1,8E-01	1,0E+00	5,0E-04	1,9E-02	8,1E-01	4,9E-01	1,0E+00	4,2E-05	5,0E-01	1,0E+00	7,9E-01	1,0E+00	3,2E-01	
100		3,6E-03	1,0E+00	1,0E-11	1,9E-06	5,0E-01	9,0E-02	1,0E+00	2,6E-15	1,0E-01	1,0E+00	4,5E-01	9,9E-01	2,2E-02	
300		4,7E-08	1,0E+00	1,0E-33	7,4E-18	1,3E-01	7,3E-04	1,0E+00	1,8E-44	1,0E-03	1,0E+00	9,3E-02	9,7E-01	1,0E-05	
1000		3,7E-25	1,0E+00	1,0E-110	7,8E-58	9,8E-04	3,5E-11	1,0E+00	1,6E-146	1,1E-10	1,0E+00	3,7E-04	9,0E-01	2,3E-17	

Tabell F- 2 Radionuklidkoncentration i en nedströms liggande brunn (Bq/L) (utspädning porvatten-brunnsvatten = 14 ggr) (forts.)

	H-3	Cl-36	Fe-55	Co-60	Ni-63	Sr-90+	Tc-99	Cs-134	Cs-137+	Np-237+	Pu-238	Pu-240	Cm-244+
	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid	Singelnuklid
Initialinventar (Bq/kg TS)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	7,0	19,0	20,0	28,0	29,0	30,0	35,0
Kd-värde (l/kg TS)	0,03	0,3	880	480	280	52	0,23	1200	1200	35	740	740	9300
Tid (år)													
1	2,8E-01	1,4E-01	6,3E-05	1,3E-04	2,5E-04	1,3E-03	1,6E-01	4,3E-05	5,8E-05	2,0E-03	9,6E-05	9,6E-05	7,4E-06
10	1,7E-01	1,4E-01	6,4E-06	4,0E-05	2,4E-04	1,1E-03	1,6E-01	2,1E-06	4,7E-05	2,0E-03	8,9E-05	9,6E-05	5,2E-06
30	5,5E-02	1,4E-01	4,1E-08	2,9E-06	2,1E-04	6,6E-04	1,6E-01	2,5E-09	3,0E-05	2,0E-03	7,6E-05	9,6E-05	2,4E-06
100	1,1E-03	1,4E-01	8,1E-16	2,9E-10	1,3E-04	1,2E-04	1,6E-01	1,6E-19	6,0E-06	2,0E-03	4,4E-05	9,5E-05	1,7E-07
300	1,4E-08	1,4E-01	8,2E-38	1,1E-21	3,2E-05	1,0E-06	1,6E-01	1,1E-48	6,0E-08	2,0E-03	9,0E-06	9,3E-05	7,9E-11
1000	1,1E-25	1,4E-01	8,4E-115	1,2E-61	2,5E-07	4,8E-14	1,6E-01	9,6E-151	6,2E-15	2,0E-03	3,6E-08	8,7E-05	1,8E-22

Tabell F-3 Radionuklidkoncentration i ett nedströms liggande ytvatten (Bq/L) (utspädning porvatten-ytvatten = 4 000 ggr) (forts.)

	Singelnuklider		H-3	Cl-36	Fe-55	Co-60	Ni-63	Sr-90+	Tc-99	Cs-134	Cs-137+	Np-237+	Pu-238	Pu-240	Cm-244+
	Singelnuklid	Singelnuklid													
Initialinventar (Bq/kg TS)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	7,0	19,0	20,0	28,0	29,0	30,0	35,0
Kg-varde (l/kg TS)	0,03	0,3	880	480	280	52	0,23	1200	1200	1200	1200	35	740	740	9300
Tid (år)															
1	7,9E+07	3,9E+07	1,8E+04	3,7E+04	7,1E+04	3,7E+05	4,6E+07	1,2E+04	1,6E+04	1,6E+04	5,7E+05	2,7E+04	2,7E+04	2,7E+04	2,1E+03
10	4,8E+07	3,9E+07	1,8E+03	1,1E+04	6,7E+04	3,0E+05	4,6E+07	5,8E+02	1,3E+04	1,3E+04	5,7E+05	2,5E+04	2,7E+04	2,7E+04	1,5E+03
30	1,6E+07	3,9E+07	1,1E+01	8,1E+02	5,8E+04	1,9E+05	4,6E+07	7,0E-01	8,4E+03	8,4E+03	5,7E+05	2,1E+04	2,7E+04	2,7E+04	6,8E+02
100	3,0E+05	3,9E+07	2,3E-07	8,1E-02	3,6E+04	3,4E+04	4,6E+07	4,4E-11	1,7E+03	1,7E+03	5,7E+05	1,2E+04	2,7E+04	2,7E+04	4,7E+01
300	3,9E+00	3,9E+07	2,3E-29	3,1E-13	8,9E+03	2,8E+02	4,6E+07	3,1E-40	1,7E+01	1,7E+01	5,7E+05	2,5E+03	2,6E+04	2,6E+04	2,2E-02
1000	3,1E-17	3,9E+07	2,3E-106	3,3E-53	7,0E+01	1,3E-05	4,5E+07	2,7E-142	1,7E-06	1,7E-06	5,7E+05	1,0E+01	2,4E+04	2,4E+04	5,0E-14



Strålsäkerhetsmyndigheten arbetar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden.

Du kan ladda ner våra publikationer från www.stralsakerhetsmyndigheten.se/publikationer. Om du behöver alternativa format som exempelvis lättläst, punktskrift eller Daisy, kontaktar du oss på e-post registrator@ssm.se.

Strålsäkerhetsmyndigheten
171 16 Stockholm
08-799 40 00
www.stralsakerhetsmyndigheten.se
registrator@ssm.se

©Strålsäkerhetsmyndigheten