


Missöde i SFR Stråldosberäkningar

T-CKV 07-032

REG NR				
		ANKOM DRIFT		
		2007	-10-	08
HANDL				
DELGES				
BILAGA				

Jennifer Möller

2007-10-08

Dokumenttyp RAPPORT	Dokumentidentitet T-CKV 07-032	Rev. nr. 1	Rapportdatum 2007-09-07	Uppdragsnummer 2433600
Författare Jennifer Möller		Uppdragsnamn		
Beställare Agneta Innergård, SKB		Granskad av Peter Cronstrand		
		Godkänd av Clas Andersson		
Delgivning SKB			Antal sidor 8	Antal bilagor 1

Missöde i SFR Stråldosberäkningar

SAMMANFATTNING

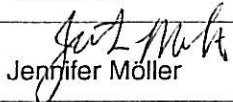

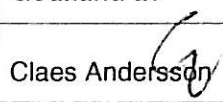
Rapporten redovisar dosratsberäkningar för missöden vid hantering av avfallsbehållare i SFR. Beräkningarna genomfördes med MicroShield 7.0 med konservativa indata. Dosraten beräknas bli upp till 45 mSv/h vid 30 meters avstånd.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	3
	1.1 Syfte.....	3
	1.2 Bakgrund.....	3
2	BERÄKNINGSPROGRAM.....	3
3	MISSÖDEN.....	3
	3.1 Metodik och förutsättningar.....	4
	3.2 Resultat.....	5
	3.2.1 Beräkningar för kollin i Silo.....	5
	3.2.2 Beräkningar för kollin i BMA.....	6
4	DISKUSSION.....	7
5	REFERENSER.....	8

BILAGOR:

1. MicroShield rapport, Fall 4 - Silo

Rev. nr	Utförd av	Granskad av	Godkänd av	Datum
1	 Jennifer Möller	 Peter Cronstrand	 Claes Andersson	2007-10-08

1 INLEDNING

1.1 Syfte

Syftet med rapporten är att redovisa dosratsberäkningar för ett missöde vid hantering av avfallsbehållare i SFR.

1.2 Bakgrund

Missöden är osannolika händelser som inte förväntas inträffa under anläggningens livstid, men som skall analyseras för att demonstrera anläggningens förmåga att hantera dem med acceptabla konsekvenser för personal och omgivning. Ett dimensionerande missöde har analyserats för att beräkna stråldosen: Portaltrallan havererar under pågående inlastning till silon varvid avfallskollina tappas. Detta missöde är det mest intressanta ur persondosaspekt.

Missödet motsvarar klass H3/H4 i händelseklassningen för SFR.

2 BERÄKNINGSPROGRAM

MicroShield [1] har använts för att beräkna dosen från gammastrålning. MicroShield tillåter modellering med enklare geometrier, men har begränsad nytta för beräkningar med flera källor eller komplicerad geometrier. I gällande fall bedöms dock aktuell geometri och doskällor vara lämpliga för modellering med MicroShield.

Validering och verifiering av MicroShield 7 genomförs enligt Grove Software, Inc. Quality Assurance Program. Detta QA program implementerar krav i 10CFR50 Appendix B. Dessa krav beskrivs i MicroShield Quality Assurance Plan. Planen implementerar även ASME NQA 2.

3 MISSÖDEN

Missöden kan ske vid inlastningen i samtliga förvaringsutrymmen, men svårast att hantera kommer vara de fall som inträffar vid inlastningen i silon, p.g.a. att där hanteras de mest aktiva faten. Fallet antas orsakas av spontant brott på belastad detalj hos lyftdon för hantering av avfallskollin [2]. Påföljden blir i ogynnsammaste fall att lasten tappas. Situationen kan uppstå vid följande lastsituationer:

- Lasten är på väg att lyftas ur ATB.
- Lasten är på väg till förvarsschakt (horisontaltransport).
- Lasten är på väg att sänkas i förvarsschaktet.

Kollina skadas inte om de fastnar utan att falla. Om kollina däremot faller kan de skadas i varierad omfattning. Vid fall mot redan deponerat avfall eller mot bottenytan kan avfallskollit skadas allvarligt.

Beräkningarna tar emellertid ingen hänsyn till skadade kollin eller utsläppt aktivitet.

3.1 Metodik och förutsättningar

Verktyget "Infer Source" i MicroShield användes för att beräkna doskällan (100% Co-60) för en kokill med ytdosrat 500 respektive 100 mSv/h. Resultatet från denna beräkning fungerar som indata för stråldosberäkningarna.

100 % Co-60 används som gammadoskälla i Fall 1-3 eftersom Co-60 har två gammaövergångar, vid 1,17 MeV och 1,33 MeV, vilka är starkare än all övrig gammastrålning från resterande nuklider (t ex Cs-137) som förekommer i avfallet. Fall 4 beräknades med 10 % Co-60 och resten av bidraget från Cs-137 för att möjliggöra en jämförelse mellan olika källtermer.

Eftersom traverserna i SFR 1 brukar hantera fyra kollin samtidigt modelleras doskällan som rektangulär med dimensioner som motsvarar fyra kollin och aktivitet som är fyra gånger den beräknade aktiviteten i ett kolli. Yttre dimensioner på en kolli är 1,2 x 1,2 x 1,2 m och för en 4-kolli samling är 2,4 x 2,4 x 1,2 m (LxBxH).

Dospunkter väljs för att redovisa hur dosraten sjunker med avstånd: 1 cm (ytdosraten), 1 m, 2 m, 10 m, 20 m och 30 m. Dospunkterna placeras centralt med hänsyn till doskällan, alltså vid mittpunkten av en sida på en 4-kolli samling.

Fyra fall beräknas med olika material och dimensioner på källan och skärmen:

1. Bitumensolidifierat avfall i ett stålkolli (vägg tjocklek 0,5 cm), Co-60
2. Cementsolidifierat avfall i ett stålkolli (vägg tjocklek 0,5 cm), Co-60
3. Cementsolidifierat avfall i ett betongkolli (vägg tjocklet 10 cm), Co-60
4. Bitumensolidifierat avfall i ett stålkolli (vägg tjocklek 0,5 cm), Co-60 + Cs-137, beräkningar endast för Silo.

Densiteten och material som modelleras i MicroShield är följande:

Bitumen: Kol, $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$

Cement: Betong, $\rho = 2,2 \text{ g/cm}^3$

Stål: Järn, $\rho = 7,86 \text{ g/cm}^3$

Betong: Betong, $\rho = 2,35 \text{ g/cm}^3$

Stråldosberäkningar tar ingen hänsyn till skadade kollin eller aktivitetsutsläpp från kollin.

3.2 Resultat

Resultaten presenteras i tabeller och figurer nedan.

3.2.1 Beräkningar för kollin i Silo

3.2.1.1 Källterm

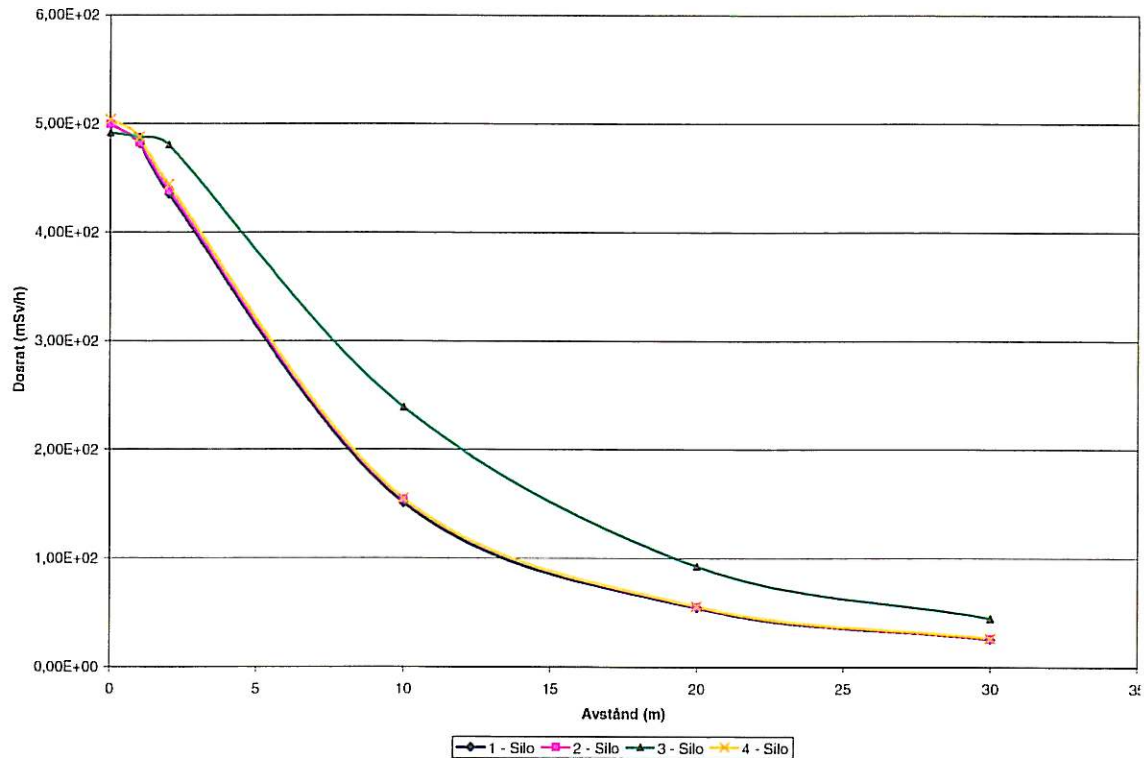
Tabell 1 Maximal källterm, Bq Co-60 per kolli i Silo

	Co-60		Cs-137	
	1 kolli	4 kollin	1 kolli	4 kollin
1 - Silo	1,39E+15	5,56E+15	--	--
2 - Silo	3,54E+15	1,41E+16	--	--
3 - Silo	1,23E+16	4,90E+16	--	--
4 - Silo	1,40 E+14	5,60 E+14	5,50 E+15	2,20 E+16

3.2.1.2 Dosrat

Tabell 2: Dosrat vs avstånd - Silo

avstånd (m)	Dosrat (mSv/h)			
	1 - Silo	2 - Silo	3 - Silo	4 - Silo
0,01	5,00E+02	4,99E+02	4,92E+02	5,04E+02
1	4,82E+02	4,83E+02	4,88E+02	4,88E+02
2	4,36E+02	4,39E+02	4,81E+02	4,44E+02
10	1,51E+02	1,55E+02	2,39E+02	1,55E+02
20	5,44E+01	5,53E+01	9,28E+01	5,58E+01
30	2,61E+01	2,64E+01	4,50E+01	2,66E+01



Figur 1 Dosrat vs avstånd för Silo-kollin

3.2.2 Beräkningar för kollin i BMA

3.2.2.1 Källterm

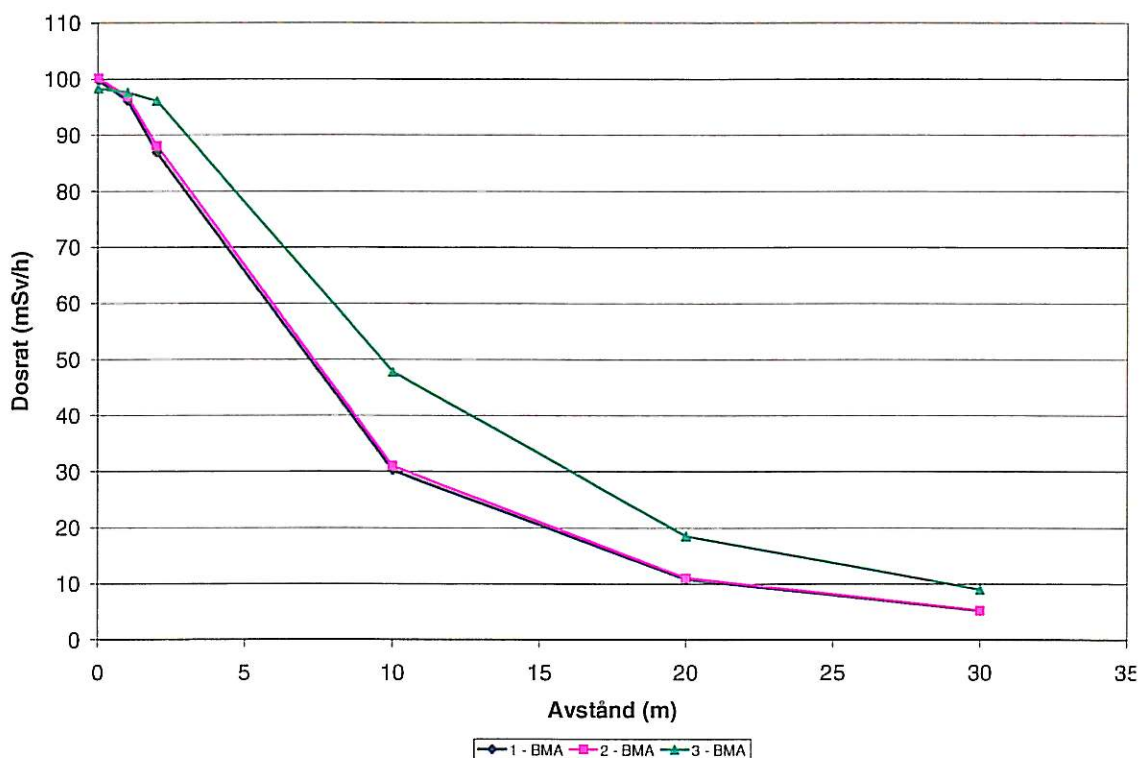
Tabell 3 Maximal källterm, Bq Co-60 per kolli i BMA

	1 kolli	4 kollin
1 - BMA	2,78E+14	1,11E+15
2 - BMA	7,07E+14	2,83E+15
3 - BMA	2,45E+15	9,80E+15

3.2.2.2 Dosrat

Tabell 4 Dosrat vs avstånd - BMA

avstånd (m)	Dos (mSv/h)		
	1 - BMA	2 - BMA	3 - BMA
0,01	9,98E+01	1,00E+02	9,83E+01
1	9,62E+01	9,69E+01	9,76E+01
2	8,70E+01	8,81E+01	9,61E+01
10	3,02E+01	3,10E+01	4,78E+01
20	1,09E+01	1,11E+01	1,86E+01
30	5,20E+00	5,29E+00	9,00E+00



Figur 2 Dosrat vs avstånd för BMA-kollin

4 DISKUSSION

Dosraten beräknas bli upp till 45 mSv/h vid 30 meters avstånd vilket är för högt för att personal skall kunna vistas i utrymmet.

Beräknade resultat är konsekventa. Dosraterna och aktiviteten för kollin som skall deponeras i Silo är 5 gånger större än motsvarande värden för BMA-kollin.

Dosraterna för fall 1, 2 och 4, avfall i stålkollin, är identiska vilket innebär att densiteten på avfallet inte påverkar resultaten. Däremot är dosraterna beräknade för fall 3, betongkollin, något högre, knappt dubbla vid 30 m. Resultaten visar också att skillnader med olika källtermer är av ringa betydelse eftersom luften inte dämpar gammaenergi effektivt.

Beräkningar är konservativa med hänsyn till sammansättning på aktivitet eftersom det inte brukar förekomma att fyra kollin med maximal ytdosrat (500 mSv/h) hanteras samtidigt.

Händelseförloppet kräver inte att SFR personal måste ingripa omedelbart efter att missöde inträffat. Strålskyddsåtgärder måste däremot vidtas innan personal träder in i utrymmet. Dosraterna mäts och tillfällig strålskärning placeras.

5 REFERENSER

- [1] MicroShield, version 7.0, Grove Software, Inc., 2006.
- [2] Gustafsson F, Anger A och Karnik P, 2000. "Uppdatering av SFR 1 missödesanalys", PM, ES-konsult, 2000-12-14.

REVISIONSHISTORIK

Rev. nr	Beskrivning av revisionen
1	Fall 4 med en ny källterm (Co-60+ Cs-137) redovisas. Resultaten ej påverkade.

Bilaga 1

MicroShield 7.01 Vattenfall AB (06-MSD-7.01-1140)		
--	--	--

Date	By	Checked
------	----	---------

Filename	Run Date	Run Time	Duration
----------	----------	----------	----------

Case 4.ms6 oktober 2, 2007 13:25:46 00:07:52

Project Info			
---------------------	--	--	--

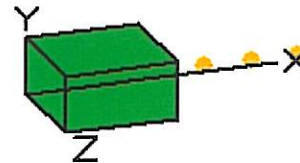
Case Title Case 4 SILO
 Description 4 kollin i stål med bitumensolidifierat avfall - SILO
 Geometry 13 - Rectangular Volume

Source Dimensions	
--------------------------	--

Length 2,4e+3 cm (78 ft 8,9 in)
 Width 2,4e+3 cm (78 ft 8,9 in)
 Height 1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)

Dose Points			
A	X	Y	Z

#1	2,4e+3 cm (78 ft 9,5 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)
#2	2,5e+3 cm (82 ft 0,6 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)
#3	2,6e+3 cm (85 ft 4,0 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)
#4	3,4e+3 cm (111 ft 6,6 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)
#5	4,4e+3 cm (144 ft 4,3 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)
#6	5,4e+3 cm (177 ft 2,0 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)



Shields			
----------------	--	--	--

Shield N	Dimension	Material	Density
Source	6,91e+09 cm ³	Carbon	1
Shield 1	,5 cm	Iron	7,86
Air Gap		Air	0,00122

Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies				
---	--	--	--	--

Nuclide	Curies	Becquerels	μCi/cm ³	Bq/cm ³
---------	--------	------------	---------------------	--------------------

Bilaga 1

Ba-137m	5,6143e+005	2,0773e+016	8,1225e+001	3,0053e+006
Co-60	1,4973e+004	5,5398e+014	2,1662e+000	8,0148e+004
Cs-137	5,9347e+005	2,1959e+016	8,5861e+001	3,1769e+006

**Buildup: The material reference is Source
Integration Parameters**

X Direction	100
Y Direction	100
Z Direction	100

Results - Dose Point # 1 - (2401,5,600,1200) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0,0045	2,156e+14	2,505e-98	3,059e-21	1,717e-98	2,097e-21
0,0318	4,301e+14	5,943e-10	1,660e-07	4,950e-12	1,383e-09
0,0322	7,935e+14	2,781e-09	8,069e-07	2,238e-11	6,494e-09
0,0364	2,887e+14	3,338e-06	1,335e-03	1,897e-08	7,584e-06
0,6616	1,869e+16	5,597e+06	2,343e+07	1,085e+04	4,542e+04
0,6938	9,037e+10	2,934e+01	1,186e+02	5,665e-02	2,290e-01
1,1732	5,540e+14	4,449e+05	1,304e+06	7,951e+02	2,331e+03
1,3325	5,540e+14	5,548e+05	1,527e+06	9,626e+02	2,650e+03

Totals	2,153e+16	6,596e+06	2,626e+07	1,261e+04	5,040e+04
---------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Results - Dose Point # 2 - (2501,600,1200) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0,0045	2,156e+14	1,816e-97	2,319e-21	1,245e-97	1,589e-21
0,0318	4,301e+14	5,523e-10	1,537e-07	4,600e-12	1,281e-09
0,0322	7,935e+14	2,577e-09	7,457e-07	2,074e-11	6,001e-09
0,0364	2,887e+14	3,045e-06	1,223e-03	1,730e-08	6,950e-06
0,6616	1,869e+16	5,454e+06	2,270e+07	1,057e+04	4,401e+04
0,6938	9,037e+10	2,859e+01	1,149e+02	5,520e-02	2,219e-01
1,1732	5,540e+14	4,327e+05	1,258e+06	7,732e+02	2,248e+03

Bilaga 1

1,3325	5,540e+14	5,391e+05	1,471e+06	9,354e+02	2,552e+03
Totals	2,153e+16	6,426e+06	2,543e+07	1,228e+04	4,881e+04
Results - Dose Point # 3 - (2601,600,1200) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm²/sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm²/sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0,0045	2,156e+14	1,507e-97	1,894e-21	1,033e-97	1,298e-21
0,0318	4,301e+14	5,318e-10	1,484e-07	4,430e-12	1,236e-09
0,0322	7,935e+14	2,483e-09	7,202e-07	1,999e-11	5,796e-09
0,0364	2,887e+14	2,948e-06	1,188e-03	1,675e-08	6,750e-06
0,6616	1,869e+16	5,099e+06	2,067e+07	9,885e+03	4,007e+04
0,6938	9,037e+10	2,671e+01	1,046e+02	5,157e-02	2,019e-01
1,1732	5,540e+14	4,004e+05	1,138e+06	7,156e+02	2,034e+03
1,3325	5,540e+14	4,977e+05	1,329e+06	8,635e+02	2,306e+03
Totals	2,153e+16	5,997e+06	2,314e+07	1,146e+04	4,441e+04
Results - Dose Point # 4 - (3400,600,1200) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm²/sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm²/sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0,0045	2,156e+14	3,385e-98	6,464e-22	2,320e-98	4,430e-22
0,0318	4,301e+14	3,926e-10	1,115e-07	3,270e-12	9,291e-10
0,0322	7,935e+14	1,841e-09	5,437e-07	1,481e-11	4,376e-09
0,0364	2,887e+14	2,249e-06	9,260e-04	1,278e-08	5,261e-06
0,6616	1,869e+16	1,894e+06	7,241e+06	3,672e+03	1,404e+04
0,6938	9,037e+10	9,901e+00	3,660e+01	1,912e-02	7,066e-02
1,1732	5,540e+14	1,453e+05	3,952e+05	2,597e+02	7,062e+02
1,3325	5,540e+14	1,798e+05	4,607e+05	3,119e+02	7,993e+02
Totals	2,153e+16	2,219e+06	8,097e+06	4,243e+03	1,554e+04
Results - Dose Point # 5 - (4400,600,1200) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm²/sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm²/sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup

Bilaga 1

					Buildup
0,0045	2,156e+14	5,224e-99	2,842e-22	3,581e-99	1,948e-22
0,0318	4,301e+14	2,390e-10	6,865e-08	1,991e-12	5,718e-10
0,0322	7,935e+14	1,120e-09	3,342e-07	9,010e-12	2,690e-09
0,0364	2,887e+14	1,328e-06	5,498e-04	7,546e-09	3,124e-06
0,6616	1,869e+16	6,564e+05	2,598e+06	1,272e+03	5,036e+03
0,6938	9,037e+10	3,436e+00	1,313e+01	6,633e-03	2,535e-02
1,1732	5,540e+14	5,106e+04	1,421e+05	9,124e+01	2,540e+02
1,3325	5,540e+14	6,333e+04	1,658e+05	1,099e+02	2,876e+02
Totals	2,153e+16	7,708e+05	2,906e+06	1,474e+03	5,578e+03
Results - Dose Point # 6 - (5400,600,1200) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm²/sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm²/sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0,0045	2,156e+14	8,042e-100	1,600e-22	5,512e-100	1,097e-22
0,0318	4,301e+14	1,281e-10	3,718e-08	1,067e-12	3,097e-10
0,0322	7,935e+14	5,996e-10	1,808e-07	4,825e-12	1,455e-09
0,0364	2,887e+14	6,946e-07	2,902e-04	3,946e-09	1,649e-06
0,6616	1,869e+16	2,979e+05	1,240e+06	5,775e+02	2,404e+03
0,6938	9,037e+10	1,562e+00	6,269e+00	3,016e-03	1,210e-02
1,1732	5,540e+14	2,364e+04	6,809e+04	4,225e+01	1,217e+02
1,3325	5,540e+14	2,944e+04	7,952e+04	5,108e+01	1,380e+02
Totals	2,153e+16	3,510e+05	1,387e+06	6,708e+02	2,663e+03