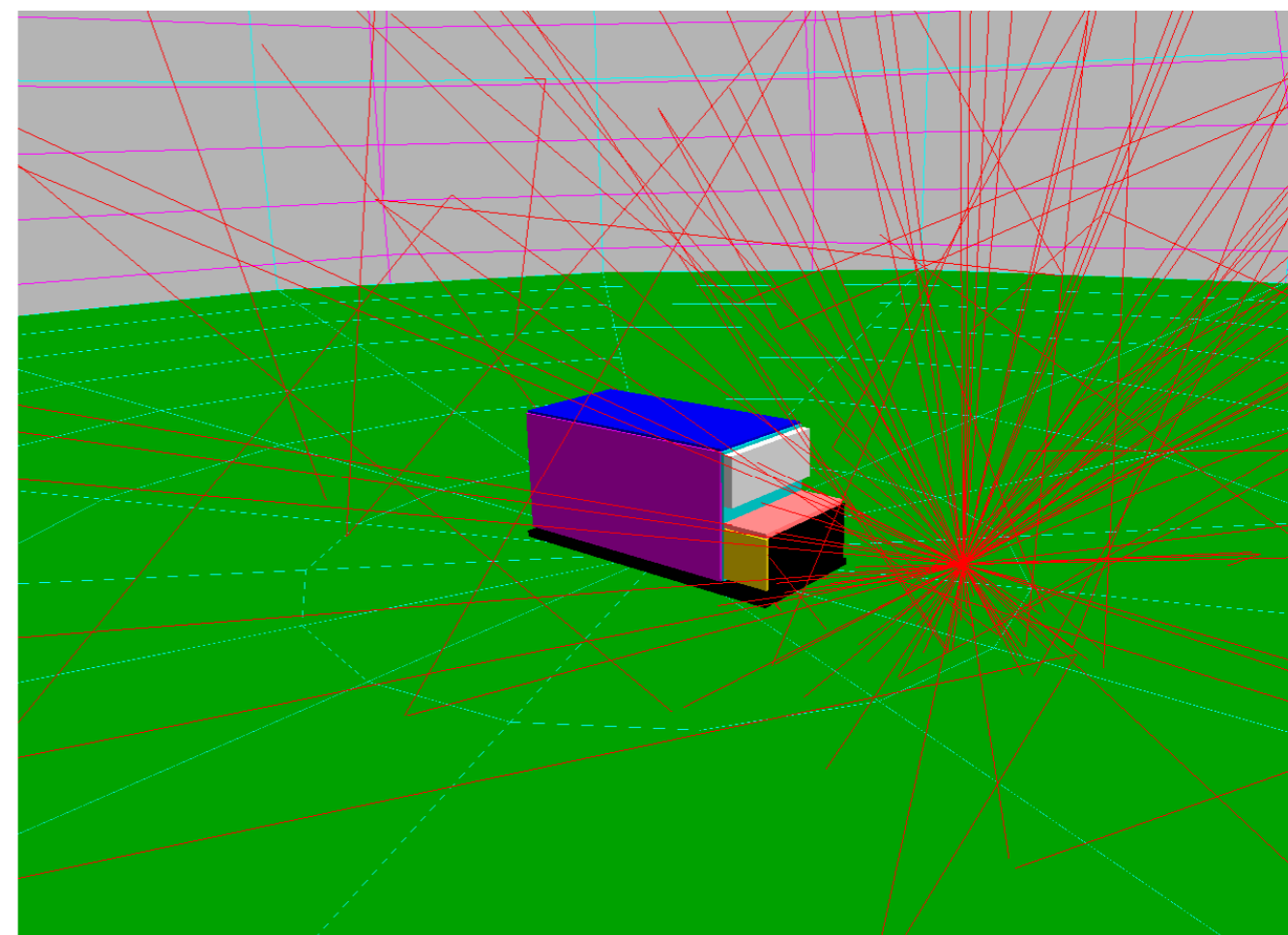


ERIK JOHANSSON, GÖRAN ÅGREN, JONAS BOSON, MICAEL GRANSTRÖM



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Erik Johansson, Göran Ågren, Jonas Boson och  
Micael Granström

# Strålskyddsfaktorer för försvarsmaktens mobila RN- laboratorium

Titel	Strålskyddsfaktorer för försvarsmaktens mobila RN-laboratorium
Title	Raditation protection factors for the Swedish Armed Forces mobile RN-laboratory
Rapportnr/Report no	FOI-R--2678--SE
Rapporttyp Report Type	Teknisk rapport Technical report
Sidor/Pages	16 p
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2008
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten/Swedish Armed Forces
Forskningsområde Programme area	3. Skydd mot CBRN och andra farliga ämnen 3. Protection against CBRN and other hazardous substances
Delområde Subcategory	31 N- och R-forskning 31 Nuclear and Radiological Defence Research
Projektnr/Project no	E4028
Godkänd av/Approved by	Anders Norqvist
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut CBRN-skydd och säkerhet	FOI, Swedish Defence Research Agency CBRN Defence and Security
901 82 Umeå	SE-901 82 Umeå

## Sammanfattning

Då Försvarsmaktens RN-laboratorium kan komma att användas i situationer där radioaktiva ämnen i form av punktkällor eller utbredda källor kan förekomma har en bedömning av laboratoriets förmåga att skydda personal mot joniserande strålning genomförts. Skyddsfaktorn för laboratoriet har uppmätts med en  $^{137}\text{Cs}$ -källa och två olika doshastighetsinstrument. För att göra en bedömning av skyddsfaktorn för andra radionuklider och andra fördelningar av radioaktivitet än vad som går att testa praktiskt, t.ex. i form av en markbeläggning, så har laboratoriet ritats i en förenklad Monte Carlo modell.

En konservativ bedömning av strålskyddsfaktorn i laboratoriet kan anses vara 0,4 för de vanligast förekommande geometrierna och radionukliderna. Detta innebär att man i laboratoriet får 40 % av den dos man skulle ha fått om man befann sig utanför labbet på samma avstånd från källan.

Nyckelord: dos, dosimetri, joniserande strålning, MCNP, strålskyddsfaktor, mobilt RN-laboratorium

## Summary

The Swedish Armed Forces mobile RN-laboratory can potentially be used in situations where the possibility of ionizing radiation in the surroundings can not be eliminated. Therefore, the amount of shielding provided by the laboratory to personnel on the inside has been estimated. Practical measurements have been performed using two different dose rate instruments and an ambient radiation field using a  $^{137}\text{Cs}$  source. To estimate the shielding factor for other relevant radiation sources we also carried out Monte Carlo simulations. For the Monte Carlo calculations a simplified geometrical model was generated.

The result from the simulations gives a conservative estimation of 0.4 of the radiation shielding factor, i.e. the dose rate inside is 40 % of the dose rate outside.

Keywords: Dose, Dose rate, Ionizing radiation, MCNP, radiation protection, mobile RN-laboratory

# Innehållsförteckning

<b>Inledning .....</b>	<b>7</b>
<b>Metod .....</b>	<b>8</b>
Praktiskt försök.....	8
Simuleringar .....	9
Mobila labbet.....	9
Dosberäkningarna.....	10
Strålkällor i simuleringarna.....	10
Referens fritt i luft.....	11
<b>Resultat .....</b>	<b>12</b>
De praktiska försöken.....	12
Simuleringar av de praktiska försöken .....	12
Ytkälla .....	13
<b>Diskussion .....</b>	<b>14</b>
<b>Bilaga 1. Fluens i luft till effektiv dos (Sv cm<sup>2</sup>).....</b>	<b>15</b>
<b>Bilaga 2. Gammaskpektrum från ett 5 dagar gammalt nedfall från en kärnvapenexplosion .....</b>	<b>16</b>



## Inledning

Försvarmakten har idag mobila laboratorier som ska kunna användas vid extraordinära händelser inkluderande CBRN-ämnen där man behöver laboratorieresurser. För det mobila RN-laboratoriet är förmågan att mäta på radioaktiva material det primära och det finns därmed en risk att laboratoriet kan hamna i en radioaktiv miljö.

Syftet med denna rapport är att ta reda på vilket skydd mot gammastrålning som vistelsen inne i det mobila RN-laboratoriet ger jämfört med att vara ute i det fria. Uppskattningarna av skyddet gäller för den gammastrålning som har sitt ursprung från radioaktivitet utanför laboratoriet.



## Metod

Strålskyddsfaktorn  $S$  är en storhet som säger hur mycket nytta man har av sitt strålskydd. Den beräknas enligt

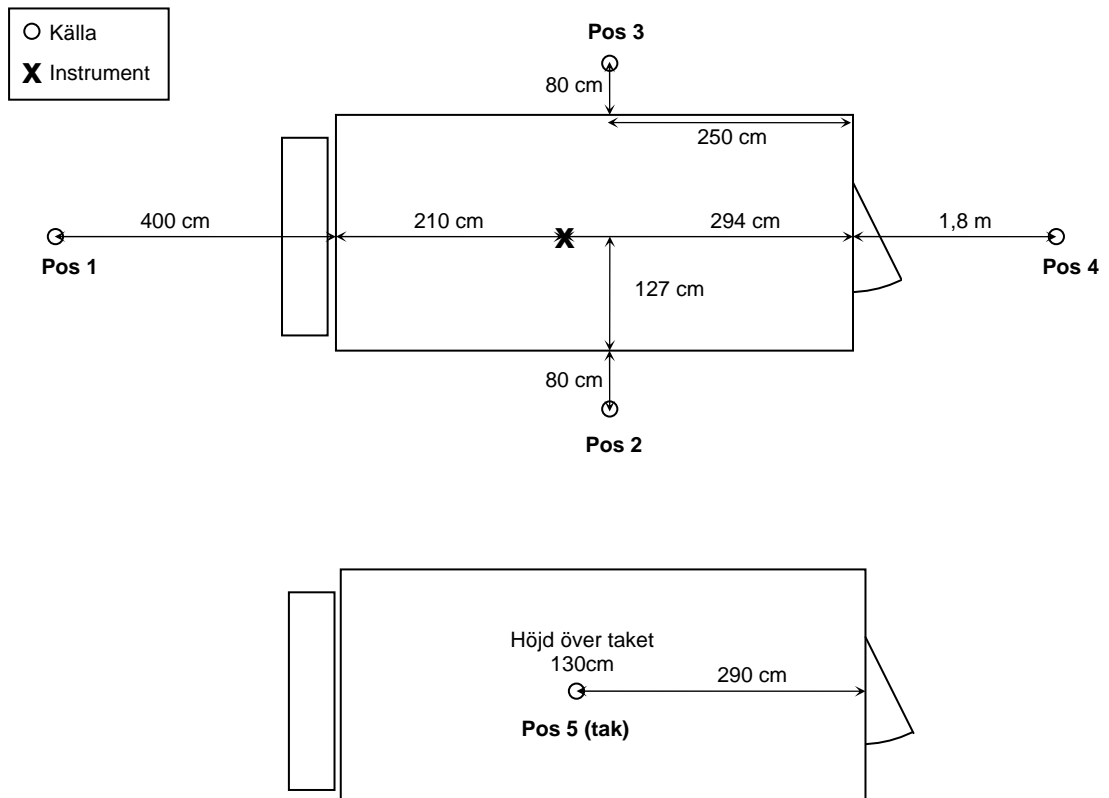
$$S = \frac{\dot{D}_s}{\dot{D}_f}$$

där  $\dot{D}_f$  är doshastigheten fritt i luft och  $\dot{D}_s$  är doshastigheten i skydd.

För att ta fram strålskyddsfaktorer för det mobila RN-laboratoriet har både praktiska försök med en strålkälla och Monte Carlo-simuleringar genomförts.

## Praktiskt försök

För att få en faktisk referens att jämföra simuleringarna med genomfördes direkta mätningar med en strålkälla placerad utanför och doshastighetsinstrument placerade inuti laboratoriet. Dessutom gjordes mätningar där både strålkälla och instrument var placerade fritt i luft utanför laboratoriet. Strålkällan som användes var en 2,15 GBq  $^{137}\text{Cs}$ -källa. Vid mätningarna användes två doshastighetsinstrument, en RADOS Intensimeter SRV-2000 med en integrationstid på 300 s och en Exploranium GR135 med integrationstiden 60 s. Vid mätningarna i labbet var instrumenten placerade på ett stativ 1,0 m ovanför golvet i laboratoriet. Strålkällan utanför placerades så att den höjdmässigt låg i plan med detektorn. Fem mätningar gjordes, framifrån, bakifrån, från bägge sidorna och ovanifrån. Detaljerad bild över strålkällans respektive detektorns placeringar ses i figur 1.



**Figur 1.** Strålkällans placering i förhållande till doshastighetsinstrumenten vid de praktiska mätningarna

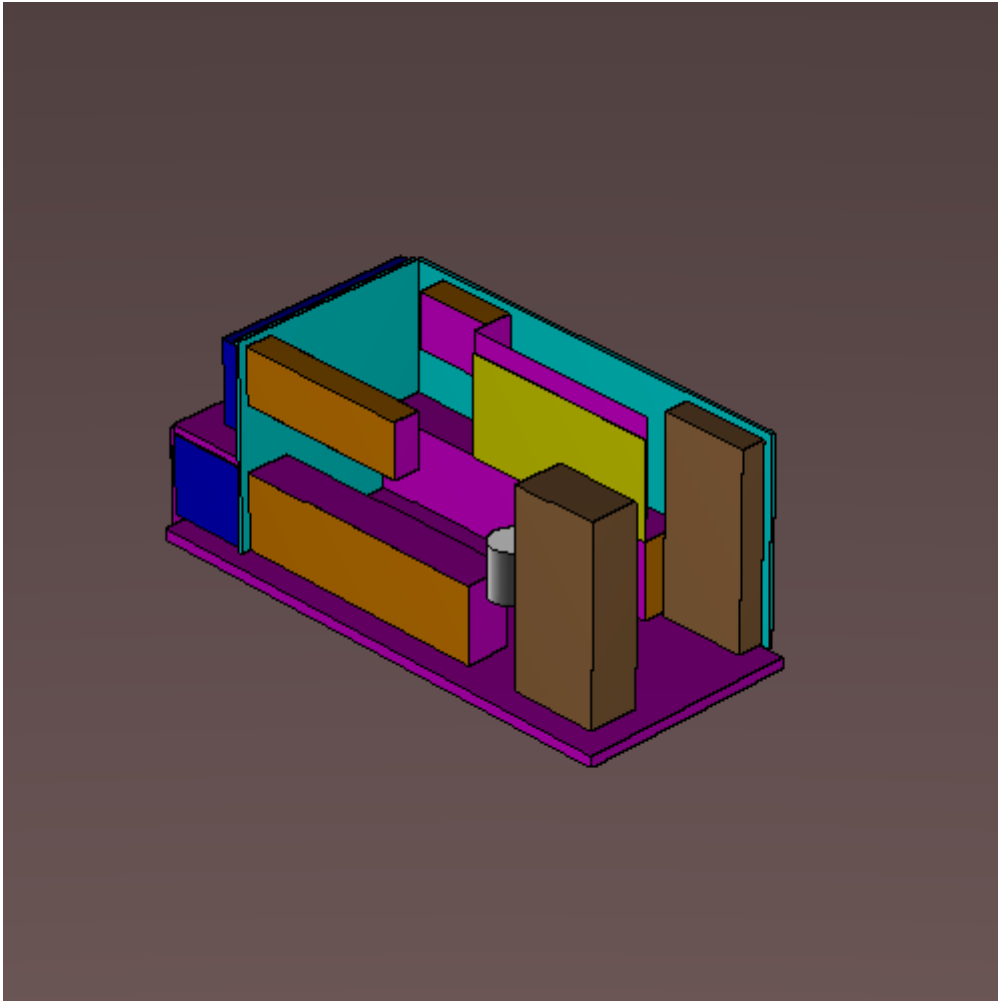
Mätningarna fritt i luft gjordes på 4,0 m avstånd från källan och då placerades både instrument och källa på 1,0 m höjd.

## Simuleringar

För att göra generella bedömningar av strålskyddsfaktorn som inte begränsar sig till punktkällor och enskilda nuklider har simuleringar utförts i MCNP 5, version 1.4<sup>1</sup>. I våra simuleringar har vi endast använt oss av fotonväxelverkan eftersom det väsentligt minskar den tid det tar för varje enskild simulering och de externa elektronernas bidrag till dos är försumbar.

### Mobila labbet

I simuleringarna med MCNP används en modell av det mobila laboratoriet som baserar sig på en teknisk specifikation från Försvarsmakten<sup>2</sup>. Eftersom specifikationen saknar RN-laboratoriets specifika data så har egna mätningar/observationer gjorts på plats i laboratoriet som komplettering. Av praktiska och tekniska skäl är modellen en förenkling av verkligheten; små strukturer bakas ihop till stora homogena block i modellen vilket ger modellen följande utseende.



Figur 2 MCNP-modell av RN-laboratoriet

<sup>1</sup> MCNP – En generell "Monte Carlo N-particle Transport Code"

<sup>2</sup> T.M. / CO 20PB

Dessutom saknas adekvata data i en del fall och följande approximationer och förenklingar har gjorts i modellen:

- Ballistiska skyddet är keramen aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
- Elverksmodulen har en totalvikt på 1750kg och materialet innehåller 20 % väte, 20 % kol, 40 % järn och 20 % koppar, atomärt. Elverkets massa har fördelats homogent över hela modulen.
- Polyuretananet som sitter som isolering i väggar, tak och golv har förenklats till att bestå av sorbitol (29,7 %) och eter med sekundär OH-grupp (70,3 %). Detta ger en atomfördelning av väte 9,5 viktprocent, kol 47,0 viktprocent och syre 43,5 viktprocent.
- Skåp och rack inuti labbet har fått homogena viktfordelningar på 0,1 eller i vissa fall  $0,2 \text{ g/cm}^3$ .
- Marken består först av ett lager humus, 2 cm tjockt med en densitet av  $0,5 \text{ g/cm}^3$ , och sedan av ett 37 cm tjockt lager av mineraljord med en densitet av  $2 \text{ g/cm}^3$ .

## Dosberäkningarna

De dosstorheter som simuleras i modellen är effektiv dos för dos till människa, och miljö-dosekvivalent dos  $H^*(10)$ , för att simulera detektorrespons. Båda dosheterna har simulerats med hjälp av tallyn f4<sup>4</sup>, en fluens-tally som använder sig av spårlängdsuppskattningar över cellvolym för att beräkna fluensen. För att konvertera fluensen till effektiv dos har en fluens-till-effektiv-dos-tabell använts i simuleringarna, se bilaga 1. Denna tabell har beräknats genom att kombinera ihop en fluens-till-luftkerma-tabell<sup>5</sup> och en luftkerma-till-effektiv-dos-tabell<sup>6</sup>. Den bestrålningsgeometri som används i beräkningen av effektiv dos är rotationsgeometri (ROT) eftersom den bäst motsvarar den bestrålnings-situation som kan förekomma i laboratoriet och den effektiva dosen har beräknats för både man och kvinna<sup>7</sup>. För att omvandla fluens till miljöekvivalent dos  $H^*(10)$  har tabell A.21 från ICRP 74 använts.

Doserna i det mobila RN-laboratoriet beräknas i en luftvolym med radien 20 cm som har sitt centrum i samma punkt som där instrumenten var placerade, i de praktiska försöken.

För simuleringarna med en 59,5keV ytkälla har tally f5 använts för att få tillräckligt bra statistik i beräkningarna. Denna tally gör en deterministisk uppskattning av fluensen till en punkt och används i övrigt som f4 tallyn för att uppskatta effektiv dos.

## Strålkällor i simuleringarna

För att göra jämförelser med de praktiska mätningarna har betingelserna i försöken simulerats, det vill säga en <sup>137</sup>Cs-källa som har samma styrka och placering i modellen som i de praktiska försöken och dosen beräknas på samma plats i modellen som där den i verkligheten uppmätts.

I arbetet med att ta fram mer allmängiltiga strålskyddsfaktorer har vi simulerat en radioaktiv beläggning på mark. Där har aktiviteten antagits vara homogent fördelad i humuslagret över en yta med en radie av 150m. Fem olika energier har simulerats under dessa

<sup>3</sup> J. Bosen "Improving accuracy of gamma-ray spectrometry": Thesis. 2008

<sup>4</sup> En tally i MCNP är ett slags räknare som räknar ihop det sammanlagda resultatet i en punkt, yta eller volym för antingen partikelström, energi deposition eller fluens under simuleringen.

<sup>5</sup> ICRP publication 74 "Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation" Table 1A.

<sup>6</sup> H. Schlattl, M. Zankl and N. Petoussi-Henss "Organ dose conversion coefficients for voxel models of the reference male and female from idealized photon exposures" Phys. Med. Biol. 52 (2007) 2123-2145

<sup>7</sup> Beskrivning av referensmänniskor finns i: ICRP publication 89 "Basic anatomical and physiological data for use in radiation protection: Reference values".

förhållanden 59,5, 200, 662, 1250keV och spektrat (en mängd olika energier med olika viktning) från ett fem dagar gammalt nedfall från en kärnvapenexplosion<sup>8</sup>, se bilaga 2.

### Referens fritt i luft

För att beräkna strålskyddsfaktorn behövs en referens där dosen/doshastigheten beräknas utan att laboratoriet finns med. För alla ovan beskrivna fall med laboratoriet finns en motsvarande referens simulerad där alla förutsättningar är desamma men där laboratoriet saknas. Doserna fritt i luft beräknas i en luftvolym med radien 20cm och för <sup>137</sup>Cs punktkällan är luftvolymens centrum 1,3 m över marken och för ytkällorna är centrum placerat på 1,46 m höjd.

---

<sup>8</sup> M. Eisenbud "Environmental Radioactivity: From Natural, Industrial, and Military Sources": Third Edition, 1987.

## Resultat

### De praktiska försöken

Resultat från de praktiska försöken presenteras i tabell 1. I tabellen har den uppmätta bakgrunden vid mättillfället dragits bort, för SRV-2000 0,08 $\mu$ Sv/h och för GR-135 0,047 $\mu$ Sv/h.

**Tabell 1.** De uppmätta doshastigheterna vid de praktiska försöken för olika strålkälla-positioner och den uppmätta strålskyddsfaktorn. För att beräkna strålskyddsfaktorn har mätningen fritt i luft på 400 cm avstånd använts och omvandlats till referens för de olika positionerna med kvadratlagen.

Position	Avstånd Strålkälla-instrument (cm)	SRV-2000		GR-135	
		( $\mu$ Sv/h)	Skyddsfaktor	( $\mu$ Sv/h)	Skyddsfaktor
1	610	1,43	0,20	1,54	0,22
2	212	18,5	0,31	20,0	0,33
3	212	23,4	0,39	31,0	0,51
4	474	7,2	0,59	7,1	0,58
5	274	26,6	0,74	24,6	0,78
Fritt i luft	400	16,9		14,8	

### Simuleringar av de praktiska försöken

Resultat från MCNP-simuleringarna av de praktiska försöken redovisas i tabell 2. Osäkerheten för de simulerade miljödosekvivalenterna i tabell 2 är mindre än 3%.

**Tabell 2.** De simulerade miljödosekvivalenta doshastigheterna för de olika positionerna i försöket och den beräknade strålskyddsfaktorn.

Position	Avstånd Strålkälla-instrument (cm)	Miljödosekvivalent H*(10) ( $\mu$ Sv/h)	Skyddsfaktor
1	610	0,98	0,16
2	212	27,6	0,60
3	212	27,6	0,60
4	474	7,0	0,72
5	274	22	0,77
Fritt i luft	212	46	
Fritt i luft	274	28,6	
Fritt i luft	400	13,4	
Fritt i luft	474	9,8	
Fritt i luft	610	13,4	

## Ytkälla

Resultaten från simuleringarna av ytkällor med olika energier presenteras i tabell 3. De simulerade effektiva doserna har en osäkerhet som understiger 4 %.

**Tabell 3.** Strålskyddsfaktorn och den effektiva dosen för man respektive kvinna simulerat för ett antal ytkällor med olika energier med och utan laboratorium

Strålkälla	Effektiv dos till referensman (Sv/utsänd partikel)	Effektiv dos till referenskvinnor (Sv/utsänd partikel)	Skyddsfaktor (medelvärde av man och kvinna)
59,5 keV <sup>9</sup>	1,04E-23	1,05E-23	0,023
200 keV	3,44E-22	3,47E-22	0,22
662 keV	2,11E-21	2,14E-21	0,38
1250 keV	4,53E-21	4,59E-21	0,45
Kärnvapenedfall	1,33E-21	1,35E-21	0,34
59,5 keV fritt i luft	4,61E-22	4,63E-22	
200 keV fritt i luft	1,55E-21	1,57E-21	
662 keV fritt i luft	5,52E-21	5,59E-21	
1250 keV fritt i luft	1,01E-20	1,02E-20	
Kärnvapenedfall fritt i luft	3,95E-21	4,00E-21	

<sup>9</sup> Beräknat med tallyn f5

## Diskussion

En jämförelse mellan de praktiska försöken och simuleringarna visar att position 5 (tak) har den bästa överensstämmelsen. För de övriga positionerna så har simuleringen av position 1 lägre skyddsfaktor för simuleringen än i de praktiska försöken medan för position 2-4 är den simulerade strålskyddsfaktorn högre. Detta kan förklaras med att detaljeringsgraden i modellen är låg jämfört med hur det ser ut i verkligheten. Om man tittar noggrannare på position 2 där vi har den största diskrepansen så finns i strålgången mellan strålkällan och instrumentet ett underskåp. I modellen är detta skåp homogent med en densitet av  $0,2 \text{ g/cm}^3$  medan det i verkligheten består av bänkskiva, låda med väggar och innehåll. Det visar sig att mitt i strålgången mellan strålkällan och punkten där dosen beräknas finns en bänkskiva som naturligtvis har en högre densitet än i det simulerade fallet och därmed attenueras strålningen mer i verkligheten än i simuleringen vilket ger en lägre strålskyddsfaktor i verkligheten. För position 1 gäller det omvända, strålgången går igenom elverket som i modellen har homogent fördelad massa, medan det i verkligheten till stora delar är tomrum (luft) i elverket. Position 5 som inte har några avgörande detaljer i sin strålgång visar mycket bra överensstämmelse mellan de praktiska mätningarna och simuleringen. Dessa exempel visar att jämförelsen mellan verkligheten och simuleringen kan bli känsliga för enskilda strålkällepositioner. För ytkällor som kan liknas med en stor mängd olika punktkällor på olika positioner kommer dessa skillnader att jämnas ut sig och vara försumbara rent praktiskt.

Resultaten från simuleringarna av ytkällor visar att strålskyddsfaktorn är mellan 0,023 och 0,45 för de testade energierna. Att strålskyddsfaktorn för kärnvapenedfallet lägger sig mellan strålskyddsfaktorn för energierna 200 keV och 662 keV kan förklaras med att den viktade medelenergin hos strålningen i kärnvapenedfallet är 438 keV.

För att kunna uppskatta strålskyddsfaktorn för enskilda strålkällor så kan man använda sig av resultatet från simuleringarna av ytkällorna. Man kan se ytkällan som en representation av ett medelvärde för alla placeringar som punktkällan kan anta. Man ska dock vara medveten om att för specifika platser i laboratoriet och för strålkällan kan strålskyddsfaktorn variera mycket vilket våra praktiska mätningar är ett bra exempel på.

Som praktiskt enhetlig strålskyddsfaktor kan man använda sig av 0,4 eftersom den stämmer väl överens med de vanligaste energierna för strålkällor och det är i de flesta fall en konservativ uppskattning.

## Bilaga 1. Fluens i luft till effektiv dos (Sv cm<sup>2</sup>)

Bestrålning- geometri	AP		PA		LLAT		RLAT		ROT		ISO	
	Man	Kvinna	Man	Kvinna	Man	Kvinna	Man	Kvinna	Man	Kvinna	Man	Kvinna
Energy (MeV)												
0,01	4,46E-14	7,43E-14	1,49E-14	1,49E-14	1,49E-14	2,23E-14	1,49E-14	1,49E-14	2,229E-14	3,715E-14	2,23E-14	2,97E-14
0,015	1,12E-13	1,59E-13	1,25E-14	1,56E-14	2,50E-14	4,68E-14	2,18E-14	4,37E-14	4,680E-14	6,864E-13	4,06E-14	5,93E-14
0,02	1,92E-13	2,27E-13	2,18E-14	2,35E-14	3,86E-14	7,06E-14	3,36E-14	6,22E-14	8,064E-14	1,008E-13	6,38E-14	8,23E-14
0,03	2,98E-13	3,07E-13	8,65E-14	8,22E-14	7,93E-14	1,07E-13	6,06E-14	8,58E-14	1,428E-13	1,529E-13	1,11E-13	1,22E-13
0,04	3,36E-13	3,35E-13	1,54E-13	1,45E-13	1,09E-13	1,31E-13	8,62E-14	1,06E-13	1,815E-13	1,862E-13	1,42E-13	1,47E-13
0,05	3,55E-13	3,51E-13	2,00E-13	1,89E-13	1,30E-13	1,49E-13	1,06E-13	1,24E-13	2,100E-13	2,122E-13	1,64E-13	1,68E-13
0,06	3,78E-13	3,72E-13	2,36E-13	2,23E-13	1,47E-13	1,66E-13	1,24E-13	1,40E-13	2,341E-13	2,344E-13	1,84E-13	1,86E-13
0,08	4,37E-13	4,30E-13	3,03E-13	2,87E-13	1,85E-13	2,04E-13	1,59E-13	1,76E-13	2,843E-13	2,855E-13	2,27E-13	2,29E-13
0,1	5,13E-13	5,06E-13	3,70E-13	3,53E-13	2,27E-13	2,50E-13	1,98E-13	2,18E-13	3,421E-13	3,447E-13	2,76E-13	2,80E-13
0,15	7,43E-13	7,38E-13	5,55E-13	5,36E-13	3,54E-13	3,88E-13	3,14E-13	3,43E-13	5,145E-13	5,199E-13	4,15E-13	4,24E-13
0,2	9,96E-13	9,92E-13	7,60E-13	7,37E-13	4,96E-13	5,43E-13	4,48E-13	4,88E-13	7,045E-13	7,156E-13	5,78E-13	5,89E-13
0,3	1,50E-12	1,50E-12	1,19E-12	1,16E-12	8,09E-13	8,76E-13	7,37E-13	7,96E-13	1,105E-12	1,125E-12	9,12E-13	9,33E-13
0,4	2,00E-12	1,99E-12	1,61E-12	1,58E-12	1,14E-12	1,23E-12	1,05E-12	1,12E-12	1,506E-12	1,527E-12	1,25E-12	1,28E-12
0,5	2,46E-12	2,46E-12	2,03E-12	1,99E-12	1,47E-12	1,58E-12	1,37E-12	1,45E-12	1,890E-12	1,921E-12	1,59E-12	1,63E-12
0,6	2,91E-12	2,91E-12	2,43E-12	2,39E-12	1,79E-12	1,91E-12	1,67E-12	1,77E-12	2,278E-12	2,309E-12	1,93E-12	1,99E-12
0,8	3,71E-12	3,72E-12	3,17E-12	3,14E-12	2,43E-12	2,57E-12	2,28E-12	2,40E-12	3,004E-12	3,041E-12	2,60E-12	2,63E-12
1	4,47E-12	4,48E-12	3,91E-12	3,87E-12	3,05E-12	3,20E-12	2,89E-12	3,02E-12	3,674E-12	3,728E-12	3,19E-12	3,25E-12
2	7,54E-12	7,50E-12	6,83E-12	6,80E-12	5,78E-12	5,97E-12	5,58E-12	5,74E-12	6,546E-12	6,599E-12	5,93E-12	5,97E-12
3	9,94E-12	9,81E-12	9,28E-12	9,21E-12	8,09E-12	8,26E-12	7,82E-12	7,96E-12	8,914E-12	8,924E-12	8,15E-12	8,18E-12
4	1,20E-11	1,18E-11	1,14E-11	1,13E-11	1,01E-11	1,03E-11	9,83E-12	9,95E-12	1,096E-11	1,097E-11	1,02E-11	1,01E-11
6	1,56E-11	1,52E-11	1,54E-11	1,53E-11	1,38E-11	1,39E-11	1,36E-11	1,36E-11	1,481E-11	1,470E-11	1,36E-11	1,36E-11
8	1,89E-11	1,85E-11	1,93E-11	1,92E-11	1,74E-11	1,73E-11	1,71E-11	1,70E-11	1,821E-11	1,807E-11	1,72E-11	1,71E-11
10	2,18E-11	2,12E-11	2,30E-11	2,28E-11	2,08E-11	2,06E-11	2,05E-11	2,03E-11	2,167E-11	2,138E-11	2,04E-11	2,02E-11



## Bilaga 2. Gammaskpektrum från ett 5 dagar gammalt nedfall från en kärnvapenexplosion

Energi (MeV)	Sannolikhet	Energi (MeV)	Sannolikhet	Energi (MeV)	Sannolikhet
0,01385	1,02E-03	0,16264	3,60E-03	0,61202	8,46E-06
0,0166	1,70E-05	0,17721	1,46E-04	0,63022	1,11E-02
0,0183	1,55E-02	0,18109	7,92E-03	0,63697	4,00E-03
0,0187	3,40E-06	0,2158	1,81E-05	0,65792	1,28E-02
0,02007	3,42E-05	0,2234	2,44E-07	0,664	3,77E-03
0,02022	6,44E-05	0,22816	6,99E-02	0,66769	7,99E-02
0,0206	2,71E-03	0,23837	6,50E-06	0,6698	4,05E-03
0,02115	4,80E-05	0,2754	3,60E-04	0,6716	4,21E-03
0,0227	1,68E-05	0,2769	7,02E-06	0,6808	2,08E-04
0,0239	9,60E-06	0,28054	2,88E-05	0,7074	4,25E-04
0,0285	4,27E-02	0,28429	3,33E-03	0,71947	1,17E-05
0,02946	7,43E-04	0,2859	8,06E-04	0,722	3,58E-03
0,02978	1,43E-03	0,291	2,15E-03	0,72289	9,92E-04
0,02996	1,02E-02	0,2933	2,82E-02	0,72418	7,51E-03
0,03063	1,62E-02	0,29498	3,39E-05	0,73947	1,72E-02
0,03097	3,01E-02	0,30285	6,10E-06	0,75179	2,97E-03
0,0323	9,32E-03	0,30482	2,59E-03	0,757	9,32E-03
0,03303	4,97E-04	0,30631	8,70E-04	0,7691	1,28E-04
0,03344	9,59E-04	0,31924	3,14E-03	0,77261	6,17E-02
0,0336	3,99E-04	0,3194	7,92E-04	0,77788	5,77E-03
0,035	8,78E-03	0,32875	1,31E-02	0,8078	3,90E-06
0,03555	1,71E-03	0,3507	2,08E-03	0,8122	4,54E-03
0,03555	1,14E-02	0,36448	4,47E-02	0,8158	1,58E-02
0,0358	2,01E-03	0,36644	1,60E-03	0,82298	1,77E-04
0,03603	3,29E-03	0,38385	2,81E-06	0,8305	7,80E-06
0,03603	2,10E-02	0,3982	3,24E-04	0,8332	7,80E-06
0,0378	2,56E-04	0,42369	1,89E-03	0,8561	3,31E-04
0,03817	4,32E-03	0,43255	2,12E-03	0,8575	6,50E-06
0,03872	8,28E-03	0,43755	1,10E-03	0,8594	2,60E-05
0,0388	3,20E-06	0,4398	4,32E-04	0,86786	3,81E-03
0,04058	1,54E-03	0,4423	5,92E-06	0,8753	1,23E-03
0,0407	9,51E-04	0,4438	4,35E-05	0,8819	5,98E-06
0,0407	6,50E-03	0,48703	3,05E-02	0,9092	1,52E-05
0,0418	1,96E-04	0,4902	1,43E-03	0,9196	1,85E-03
0,0438	2,48E-03	0,497	1,54E-05	0,92525	4,91E-03
0,0449	5,04E-04	0,49708	1,21E-02	0,95455	1,47E-02
0,04972	1,15E-02	0,50299	1,98E-04	0,96069	1,25E-04
0,05328	5,04E-05	0,5059	4,05E-03	1,02453	1,43E-04
0,0574	7,61E-03	0,5104	4,01E-04	1,0528	1,35E-04
0,07962	2,68E-04	0,52265	1,30E-02	1,11701	1,17E-05
0,08018	1,44E-03	0,5295	2,36E-02	1,14856	6,50E-06
0,081	4,53E-02	0,531	4,86E-03	1,2049	5,10E-05
0,0896	8,45E-08	0,53738	1,41E-02	1,2375	4,25E-04
0,0911	1,02E-02	0,54925	6,50E-06	1,26863	2,08E-05
0,11176	1,46E-03	0,55704	1,06E-04	1,2989	5,91E-04
0,1163	1,54E-03	0,5584	3,64E-06	1,39857	5,75E-03
0,14051	1,20E-01	0,5685	4,68E-06	1,51564	1,56E-05
0,14545	1,78E-02	0,5909	1,77E-05	1,5962	6,78E-02
0,1606	7,93E-05	0,61033	7,42E-04	2,52183	2,44E-03

Viktfaktorn som ska användas till detta spektrum är 1,073467