



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Vad gör en sjukhusfysiker på länsstyrelsen vid en kärnkraftsolycka?

Röntgenveckan 2013, Uppsala 2-6 september

Föredrag 10:9-2, Sal K7

Robert Finck, PhD, Strålsäkerhetsmyndigheten



SSM:s ledningsscentral I Solna

Strålsäkerhetsmyndigheten har i uppgift att analysera det tekniska läget vid kärnkraftverket, förklara händelsen och ge råd till länsstyrelsen om skyddsåtgärder

Länsstyrelsen har ansvar för räddningstjänsten och ska genomföra åtgärder för skydda befolkningen (statlig räddningstjänst).

Många andra myndigheter har ansvar för att genomföra åtgärder inom sina områden



Sjukhusfysikerns uppgift på länsstyrelsen i korthet:

Vara en brygga mellan SSM och länsstyrelsen
räddningsledning

- Hämta information från SSM till länsstyrelsen
- Förklara hur strålskydd fungerar och hur skyddsåtgärder har effekt
- Följa länsstyrelsens indikering och ge råd
- Ge information från länsstyrelsen till SSM
- Vara en kontakt mellan länsstyrelsen och sjukvården



Exempel på vad en sjukhusfysiker på länsstyrelsen bör kunna eller bör vara orienterad om



Viktiga frågor för SSM

Hur mycket radioaktiva ämnen finns i reaktorn (Inventariet) ?

Hur stor andel av inventariet läcker ut (Källterm) ?

Vilken höjd, hur varmt och hur länge varar utsläppet?

Vindriktning, vindhastighet, atmosfärsisk stabilitet (omblandning), nederbörd? (Spridningsmodell)

Modellberäkning av stråldoser från moln, inhalation, markbeläggning över tid

Mätningar

Behov av skyddsåtgärder – vilka och hur länge? Beräkning av skador.

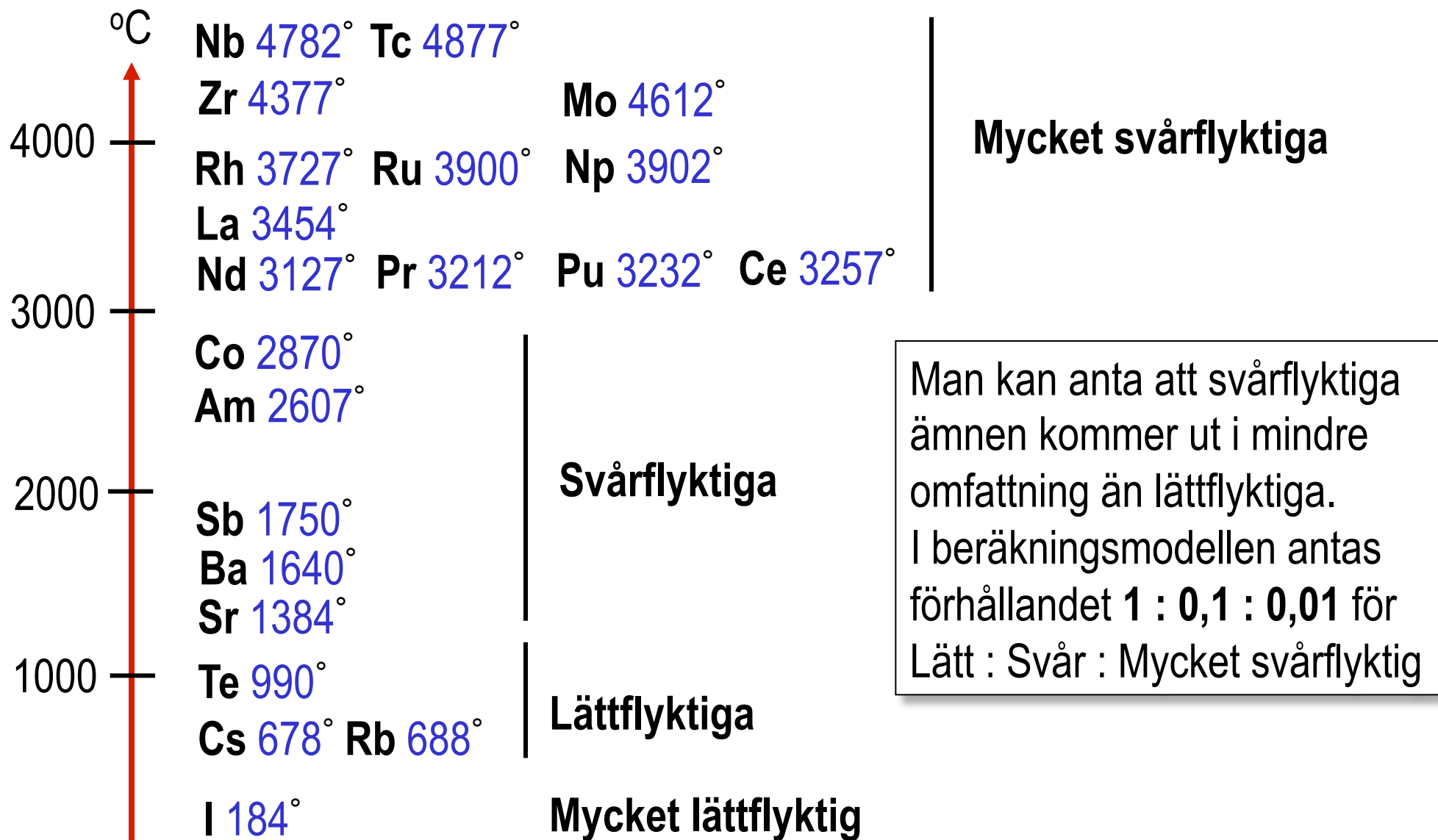




Haveri- och utsläppsmodell ger källtermen SSM beräknar



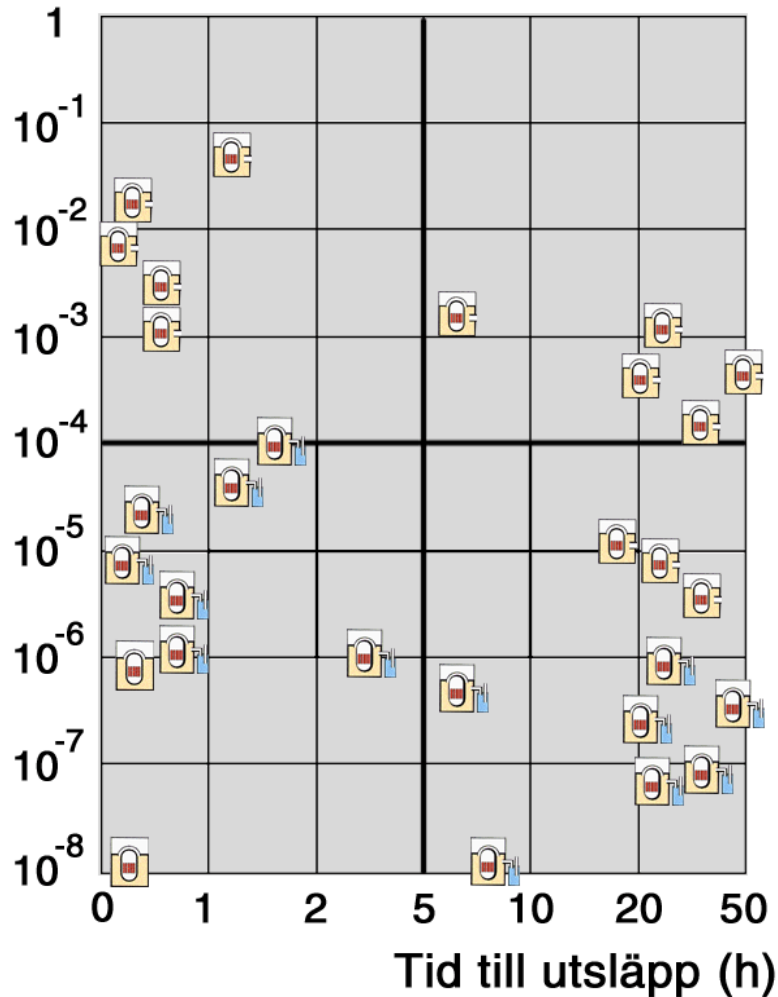
Hur hett blir det i reaktorn?





Haverischema

Utsläpp, del av härden

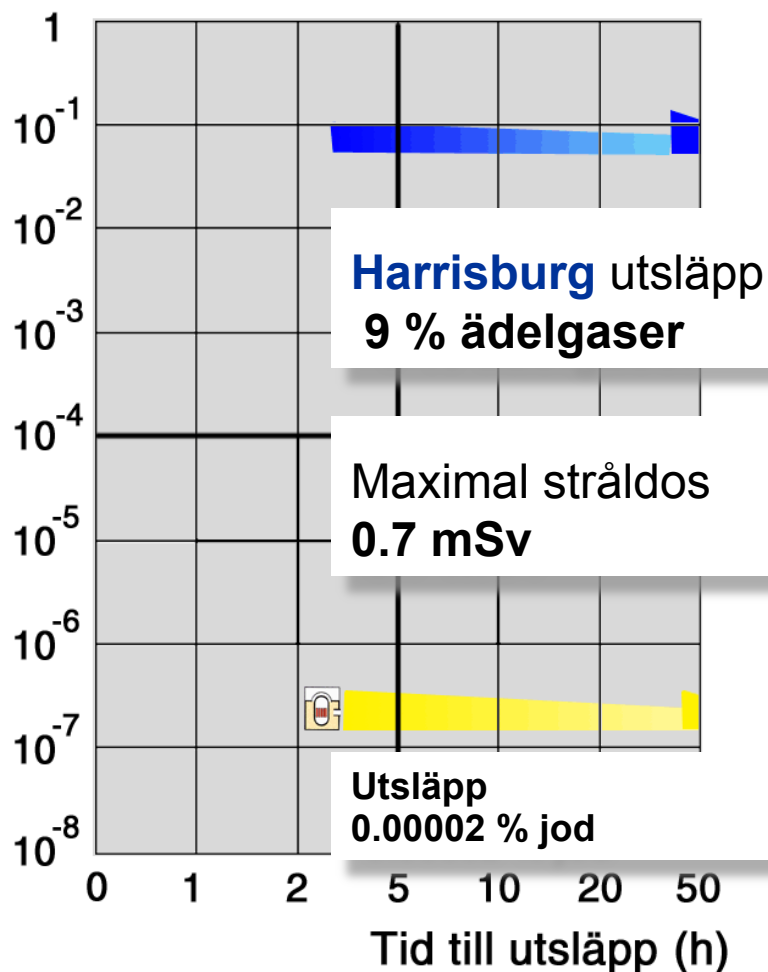


Olika tekniska fel i kombination med varandra kan leda till haverier med större eller mindre utsläpp

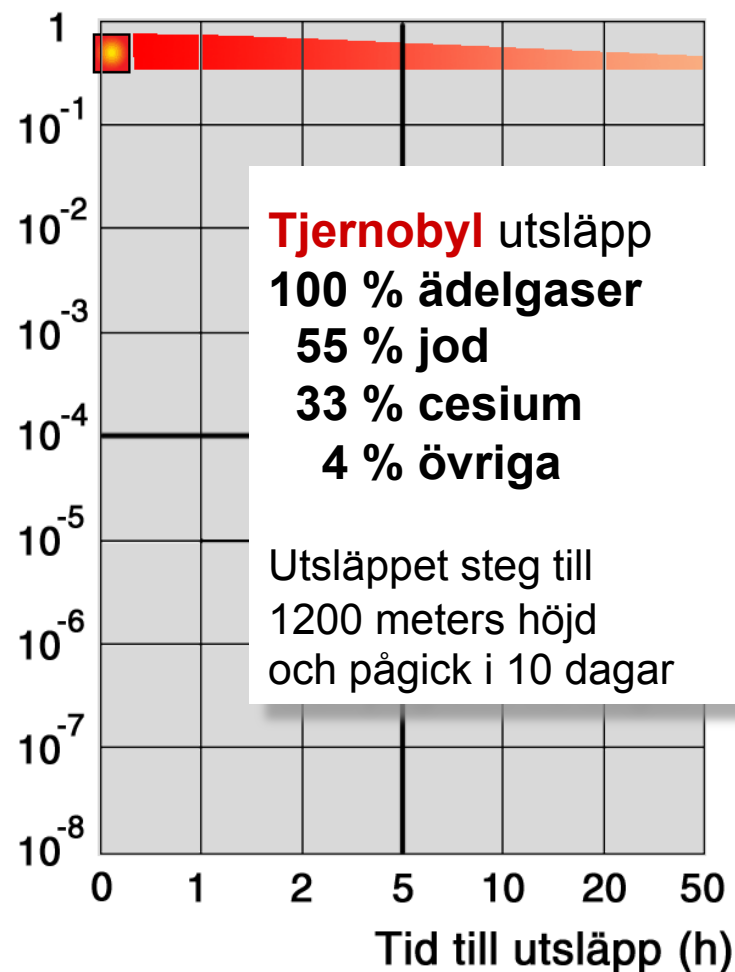


Inträffade kärnkraftolyckor

Utsläpp, del av härden **Harrisburg**



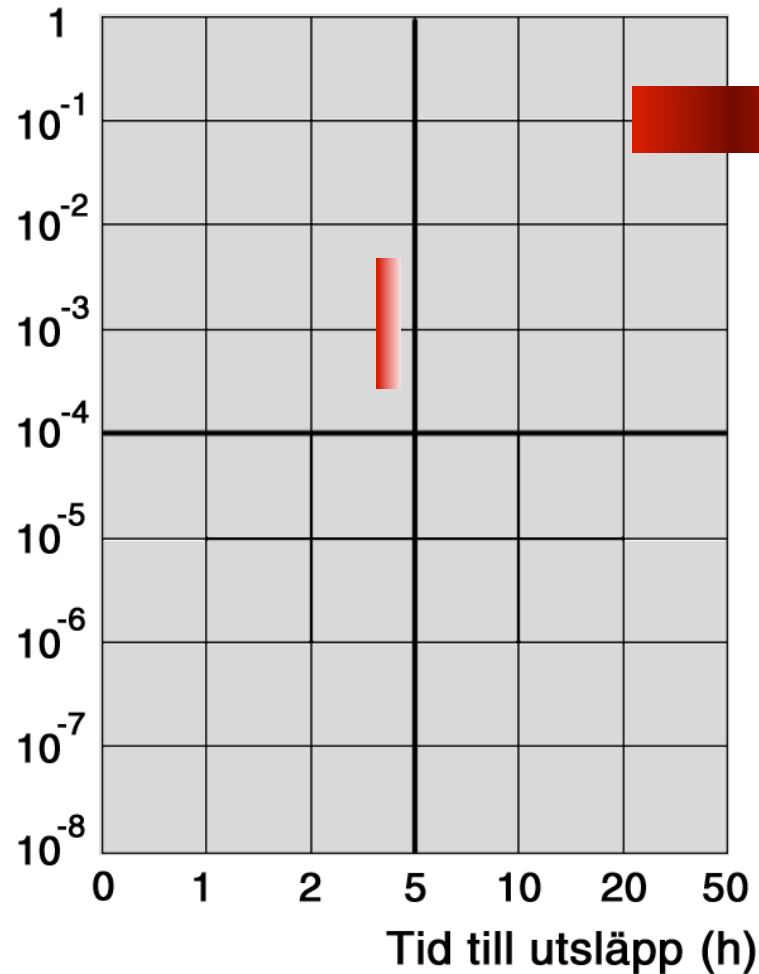
Utsläpp, del av härden **Tjernobyl**





Inträffade kärnkraftolyckor

Utsläpp, del av härden **Fukushima**



Utsläppet varierade
och situationen
fortgick under lång tid



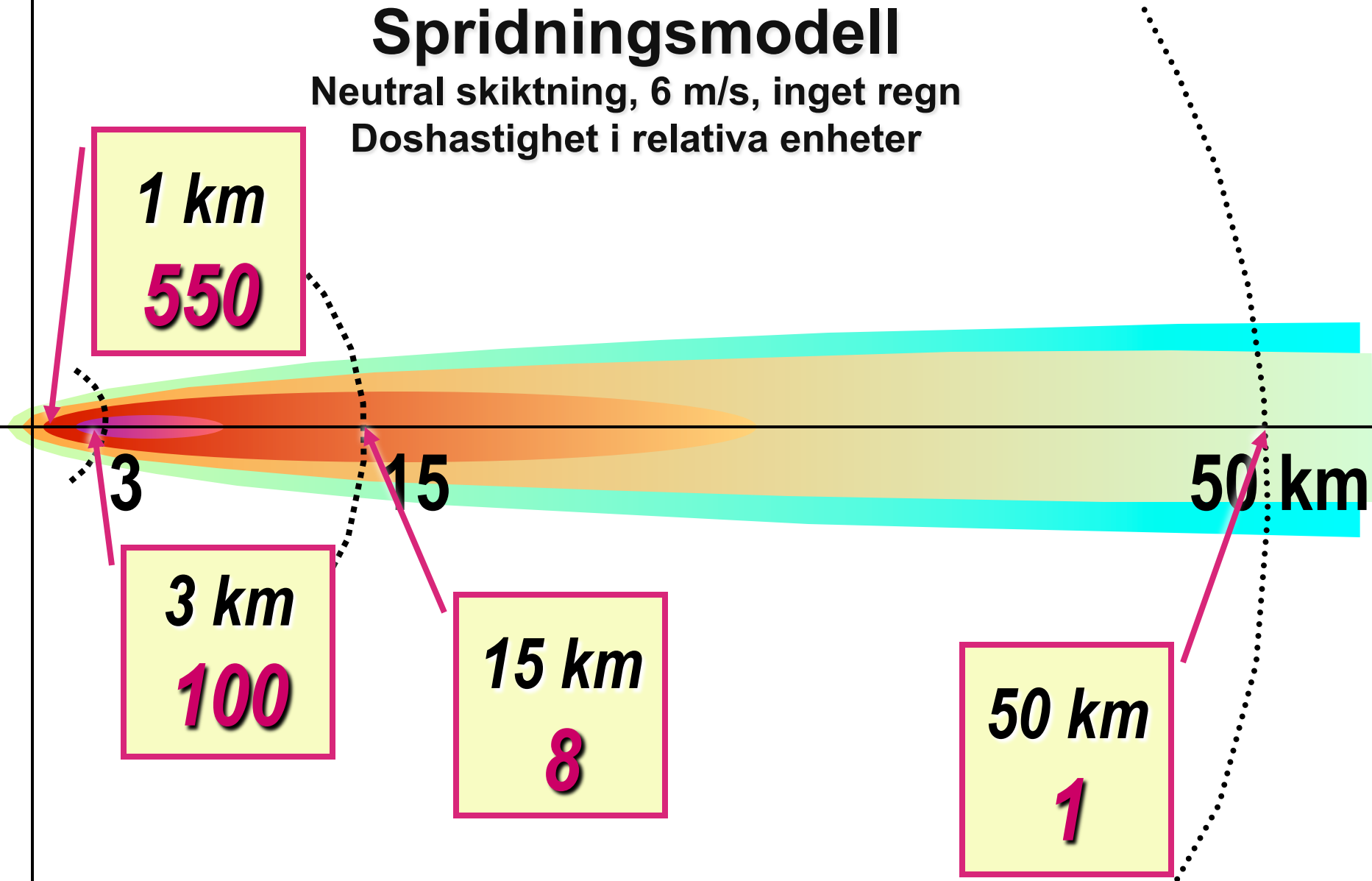
Exempel på dosprognos beräknad av SSM

SSM och SMHI utför spridningsmodellberäkningar

Spridningsmodell

Neutral skiktning, 6 m/s, inget regn

Doshastighet i relativa enheter



Effektiv dos första dygnet på 3 km, inget skydd (mSv)

Utsläpp
del av
härden

10⁻¹

10⁻²

10⁻³

10⁻⁴

Avst (km)		3	Moln • Inhalation • Mark. Alla nukl. (mSv)					Övriga radionuklider					Jod	Cs, Lättflykt	Svårflykt	Mkt svårflykt	Vitt	Färg		
Utsläppsnivå			Fördrojningstid (h)		utsläppsförhållande										1	1	0.1	0.01		
Ädelgaser	Övriga		0.1	1	2	3	6	12	24	48	72	168	336	1000						
1.0E+00	5.0E-01		18169.	17427.	16837.	16387.	15472.	14338.	12974.	11499.	10709.	8892.	7413.	5668.						
1.0E+00	4.0E-01		14579.	13980.	13500.	13131.	12389.	11475.	10381.	9201.	8568.	7115.	5930.	4534.						
1.0E+00	3.2E-01		11707.	11222.	10830.	10527.	9923.	9185.	8307.	7362.	6856.	5692.	4745.	3627.						
1.0E+00	2.5E-01		9195.	8809.	8494.	8248.	7765.	7181.	6492.	5753.	5357.	4448.	3707.	2834.						
1.0E+00	2.0E-01		7400.	7085.	6825.	6621.	6223.	5749.	5196.	4604.	4287.	3559.	2966.	2267.						
1.0E+00	1.6E-01		5964.	5706.	5490.	5318.	4990.	4604.	4159.	3684.	3431.	2848.	2373.	1814.						
1.0E+00	1.3E-01		4887.	4672.	4489.	4342.	4065.	3745.	3381.	2995.	2789.	2315.	1928.	1474.						
1.0E+00	1.0E-01		3810.	3637.	3487.	3365.	3140.	2886.	2604.	2305.	2146.	1781.	1484.	1134.						
1.0E+00	7.9E-02		3056.	2913.	2787.	2682.	2493.	2285.	2059.	1823.	1697.	1408.	1172.	896.						
1.0E+00	6.3E-02		2482.	2362.	2253.	2161.	1999.	1827.	1644.	1455.	1354.	1123.	935.	714.						
1.0E+00	5.0E-02		2015.	1914.	1819.	1738.	1599.	1455.	1307.	1156.	1076.	892.	743.	567.						
1.0E+00	4.0E-02		1656.	1569.	1485.	1412.	1290.	1168.	1048.	926.	862.	715.	594.	454.						
1.0E+00	3.2E-02		1369.	1293.	1218.	1152.	1044.	939.	841.	743.	691.	572.	476.	363.						
1.0E+00	2.5E-02		1117.	1052.	984.	924.	828.	739.	659.	582.	541.	448.	372.	284.						
1.0E+00	2.0E-02		938.	879.	817.	761.	674.	596.	530.	467.	434.	359.	298.	227.						
1.0E+00	1.6E-02		794.	742.	684.	631.	550.	481.	426.	375.	348.	288.	239.	182.						
1.0E+00	1.3E-02		687.	638.	584.	533.	458.	395.	348.	306.	284.	235.	194.	148.						
1.0E+00	1.0E-02		579.	535.	484.	436.	365.	309.	270.	237.	220.	181.	150.	114.						
1.0E+00	7.9E-03		504.	462.	414.	367.	301.	249.	216.	189.	175.	144.	118.	90.						
1.0E+00	6.3E-03		446.	407.	360.	315.	251.	203.	174.	152.	141.	115.	95.	72.						
1.0E+00	5.0E-03		399.	362.	317.	273.	211.	166.	141.	122.	113.	92.	76.	57.						
1.0E+00	4.0E-03		364.	328.	283.	240.	180.	138.	115.	99.	92.	75.	61.	46.						
1.0E+00	3.2E-03		335.	300.	257.	214.	156.	115.	94.	81.	74.	60.	49.	37.						
1.0E+00	2.5E-03		310.	276.	233.	191.	134.	95.	76.	65.	59.	48.	38.	29.						
1.0E+00	2.0E-03		292.	259.	217.	175.	119.	80.	63.	53.	49.	39.	31.	23.						
1.0E+00	1.6E-03		277.	245.	203.	162.	106.	69.	52.	44.	40.	32.	25.	18.						
1.0E+00	1.3E-03		267.	235.	193.	152.	97.	60.	45.	37.	34.	27.	21.	15.						
1.0E+00	1.0E-03		256.	224.	183.	143.	88.	52.	37.	30.	27.	21.	16.	12.						
7.9E-01	7.9E-04		202.	177.	145.	113.	69.	41.	29.	24.	22.	17.	13.	9.2						
6.3E-01	6.3E-04		161.	141.	116.	90.	55.	33.	23.	19.	17.	13.	10.	7.4						
5.0E-01	5.0E-04		128.	112.	92.	71.	44.	26.	18.	15.	14.	11.	8.1	5.8						
4.0E-01	4.0E-04		102.	90.	73.	57.	35.	21.	15.	12.	11.	8.5	6.5	4.7						
3.2E-01	3.2E-04		82.	72.	59.	46.	28.	17.	12.	9.6	8.7	6.8	5.2	3.7						
2.5E-01	2.5E-04		64.	56.	46.	36.	22.	13.	9.2	7.5	6.8	5.3	4.1	2.9						
2.0E-01	2.0E-04		51.	45.	37.	29.	18.	10.	7.4	6.0	5.5	4.2	3.2	2.3						
1.6E-01	1.6E-04		41.	36.	29.	23.	14.	8.3	5.9	4.8	4.4	3.4	2.6	1.9						
1.3E-01	1.3E-04		33.	29.	24.	19.	11.	6.7	4.8	3.9	3.5	2.8	2.1	1.5						
1.0E-01	1.0E-04		26.	22.	18.	14.	8.8	5.2	3.7	3.0	2.7	2.1	1.6	1.2						

Mer än
1000 mSv

Mer än
100 mSv

Filtrerad
tryck-
avlastning
fungerar



Åtgärder för att skydda allmänheten

Inomhusvistelse för att minska inandning av radioaktiva ämnen och minska bestrålning från radioaktiva ämnen i luften och på marken

Utrymning för att helt eller delvis undvika bestrålning

Jodtabletter för att minska upptaget av radioaktiv jod i sköldkörteln och därmed minska bestrålningsrisken för körteln. Viktigast för barn.

Saluförbud för livsmedel som innehåller halter av radioaktiva ämnen över förutbestämda gränsvärden.

Begränsning i produktionen av livsmedel i lantbruket, t.ex. **betesförbud**

Restriktioner för tillträde till och användning av områden där det finns risk för kraftig bestrålning.



Referensnivåer för skyddsåtgärder

1000 mSv

Tröskelvärde för allvarliga deterministiska effekter. Alla ansträngningar ska göras för att undvika att någon person utsätts för stråldoser över denna nivå.

100 mSv

Tröskelvärde för deterministiska strålskador. Åtgärder bör planeras och genomföras så att ingen person bland allmänheten utsätts för stråldoser över denna nivå.

För att klara detta kan det bli nödvändigt att vid haverilarm snabbt utrymma hela området runt kärnkraftverket ut till 3 km avstånd.

20 - 100 mSv (50 mSv)

Risk för stokastiska strålskador, men inte för deterministiska. Åtgärder för att begränsa stråldosen ska planeras och genomföras så att de leder till större nytta än skada. Utrymning av en befolkningsgrupp bör genomföras om den mest utsatta personen i gruppen bedöms få en stråldos över 50 mSv.

1 - 20 mSv (5 mSv)

Risk för stokastiska strålskador, men inte för deterministiska. Åtgärder för att begränsa stråldosen ska planeras och genomföras så att de leder till större nytta än skada. Inomhusvistelse för en befolkningsgrupp bör anmodas om den mest utsatta personen i gruppen bedöms få en stråldos över 5 mSv under 24 timmar eller över 0,2 mSv per timme.



Referensnivåer för skydd av sköldkörteln

100 mGy

Allmänheten rekommenderas att ta jodtabletter enligt anvisningar på förpackningen. För att göra största nytta måste tabletterna tas innan det radioaktiva molnet når fram.

1 - 100 mGy

Rekommendera intag av förhandsutdelade jodtabletter i inre beredskapszonen vid haverilarm.

Barn, ungdomar och unga vuxna som vistas i inre beredskapszonen, där jodtabletter förhandsutdelats, rekommenderas att ta jodtabletter enligt anvisningarna på förpackningen. För att göra största nytta måste tabletterna tas innan det radioaktiva molnet når fram. Rådet att ta jodtabletter i inre beredskapszonen bör ges direkt vid haverilarm.

Utrymning

Jodtabletter ger ett rimligt skydd under ca två dygn. Finns behov av skydd utöver denna tid bör utrymning ske. Endast om det inte är möjligt att utrymma bör ett andra intag av jodtabletter rekommenderas.

Jodtabletter används inte som skydd mot radioaktiv jod i livsmedel

Jodtabletter ska inte användas som skydd mot radioaktiva ämnen i livsmedel. I stället används saluförbud för livsmedel med halter över gränsvärdet och betesförbud för mjölkkor som kan producera mjölk över gränsvärdet.



Det finns två fall

Situationen är inte under kontroll

Utsläpp kan ske eller det finns inte tillräckligt med mätdata för att bedöma bestrålningssituationen i befolkningen

Skyddsåtgärder måste vidtas utgående en bedömning av hotsituationen och genomförs efter förutbestämda handlingsregler (åtgärdsschema)

Situationen är under kontroll

Ytterligare utsläpp kan inte ske och det finns tillräckligt med mätdata för att bedöma bestrålningssituationen i befolkningen.

Skyddsåtgärder vidtas utgående från principerna berättigande och optimering. Åtgärder ska göra mer nytta än skada. I valet av åtgärder ska de väljas som ger störst nytta i förhållande till skadan.



Exempel på åtgärdsschema när situationen inte är under kontroll

Åtgärdsschema.

Effektiv dos första dygnet på 20 km, inget skydd (mSv)

Utsläpp
del av
härden

10⁻¹

10⁻²

10⁻³

10⁻⁴

Avst (km)	20	Moln • Inhalation • Mark. Alla nukl. (mSv)					Övriga radionuklider					Vitt		Färg	
Utsläppsnivå		Fördrojningstid (h)					utsläppsförhållande					1		0.01	
Ädelgaser	Övriga	0.1	1	2	3	6	12	24	48	72	168	336	1000		
1.0E+00	5.0E-01	1588.	1538.	1492.	1464.	1391.	1298.	1174.	1052.	976.	809.	684.	535.		
1.0E+00	4.0E-01	1275.	1234.	1196.	1174.	1114.	1039.	939.	842.	781.	647.	547.	428.		
1.0E+00	3.2E-01	1024.	990.	960.	941.	892.	832.	752.	674.	625.	518.	438.	342.		
1.0E+00	2.5E-01	805.	778.	752.	737.	698.	650.	587.	526.	488.	405.	342.	267.		
1.0E+00	2.0E-01	648.	625.	605.	592.	559.	521.	470.	421.	391.	324.	274.	214.		
1.0E+00	1.6E-01	523.	504.	486.	475.	449.	417.	376.	337.	313.	259.	219.	171.		
1.0E+00	1.3E-01	429.	412.	398.	388.	365.	339.	306.	274.	254.	211.	178.	139.		
1.0E+00	1.0E-01	335.	321.	309.	301.	282.	261.	236.	211.	196.	162.	137.	107.		
1.0E+00	7.9E-02	269.	257.	247.	240.	224.	207.	186.	167.	155.	128.	108.	84.		
1.0E+00	6.3E-02	219.	209.	199.	193.	180.	166.	149.	133.	123.	102.	86.	67.		
1.0E+00	5.0E-02	179.	169.	161.	155.	144.	132.	118.	106.	98.	81.	68.	53.		
1.0E+00	4.0E-02	147.	139.	131.	126.	116.	106.	95.	85.	79.	65.	55.	43.		
1.0E+00	3.2E-02	122.	114.	108.	103.	94.	85.	76.	68.	63.	52.	44.	34.		
1.0E+00	2.5E-02	100.	93.	87.	83.	75.	67.	60.	53.	49.	41.	34.	27.		
1.0E+00	2.0E-02	85.	78.	72.	68.	61.	54.	48.	43.	40.	33.	27.	21.		
1.0E+00	1.6E-02	72.	66.	60.	57.	50.	44.	39.	34.	32.	26.	22.	17.		
1.0E+00	1.3E-02	63.	57.	51.	48.	41.	36.	31.	28.	26.	21.	18.	14.		
1.0E+00	1.0E-02	53.	47.	43.	39.	33.	28.	24.	22.	20.	16.	14.	11.		
1.0E+00	7.9E-03	47.	41.	36.	33.	27.	23.	20.	17.	16.	13.	11.	8.5.		
1.0E+00	6.3E-03	42.	36.	32.	28.	23.	19.	16.	14.	13.	10.	8.7.	6.8.		
1.0E+00	5.0E-03	38.	32.	28.	25.	19.	15.	13.	11.	10.	8.4.	7.0.	5.4.		
1.0E+00	4.0E-03	35.	29.	25.	22.	16.	13.	10.	9.1.	8.3.	6.8.	5.6.	4.3.		
1.0E+00	3.2E-03	32.	27.	22.	19.	14.	10.	8.5.	7.4.	6.8.	5.5.	4.5.	3.5.		
1.0E+00	2.5E-03	30.	25.	20.	17.	12.	8.7.	6.9.	5.9.	5.4.	4.4.	3.5.	2.7.		
1.0E+00	2.0E-03	28.	23.	19.	16.	11.	7.4.	5.7.	4.9.	4.4.	3.5.	2.9.	2.2.		
1.0E+00	1.6E-03	27.	22.	18.	15.	9.7.	6.3.	4.8.	4.0.	3.7.	2.9.	2.3.	1.7.		
1.0E+00	1.3E-03	26.	21.	17.	14.	8.9.	5.6.	4.0.	3.4.	3.1.	2.4.	1.9.	1.4.		
1.0E+00	1.0E-03	25.	20.	16.	13.	8.1.	4.8.	3.3.	2.8.	2.5.	1.9.	1.5.	1.1.		
7.9E-01	7.9E-04	20.	16.	13.	10.	6.4.	3.8.	2.6.	2.2.	2.0.	1.5.	1.2.	0.87.		
6.3E-01	6.3E-04	16.	13.	10.	8.1.	5.1.	3.0.	2.1.	1.7.	1.6.	1.2.	0.94.	0.69.		
5.0E-01	5.0E-04	13.	10.	8.0.	6.5.	4.0.	2.4.	1.7.	1.4.	1.2.	0.96.	0.75.	0.55.		
4.0E-01	4.0E-04	10.	8.0.	6.4.	5.2.	3.2.	1.9.	1.3.	1.1.	1.00.	0.77.	0.60.	0.44.		
3.2E-01	3.2E-04	8.0.	6.4.	5.1.	4.1.	2.6.	1.5.	1.1.	0.88.	0.80.	0.62.	0.48.	0.35.		
2.5E-01	2.5E-04	6.3.	5.0.	4.0.	3.2.	2.0.	1.2.	0.84.	0.69.	0.62.	0.48.	0.37.	0.28.		
2.0E-01	2.0E-04	5.0.	4.0.	3.2.	2.6.	1.6.	0.96.	0.67.	0.55.	0.50.	0.39.	0.30.	0.22.		
1.6E-01	1.6E-04	4.0.	3.2.	2.6.	2.1.	1.3.	0.77.	0.54.	0.44.	0.40.	0.31.	0.24.	0.18.		
1.3E-01	1.3E-04	3.3.	2.6.	2.1.	1.7.	1.0.	0.62.	0.43.	0.36.	0.32.	0.25.	0.19.	0.14.		
1.0E-01	1.0E-04	2.5.	2.0.	1.6.	1.3.	0.81.	0.48.	0.33.	0.28.	0.25.	0.19.	0.15.	0.11.		

Utrymning

Inomhus-
vistelse

Filtrerad
tryck-
avlastning

Åtgärdsschema.

Effektiv dos första dygnet på 3 km, inget skydd (mSv)

Utsläpp
del av
härden

10⁻¹

10⁻²

10⁻³

10⁻⁴

Avst (km)	3	Moln • Inhalation • Mark. Alla nukl. (mSv)										Övriga radionuklider				Jod	Cs, Lättflykt	Svårflykt	Mkt svårflykt	Vitt	Färg
Utsläppsnivå		Fördrojningstid (h)		utsläppsförhållande										1	1	0.1	0.01				
Ädelgaser	Övriga	0.1	1	2	3	6	12	24	48	72	168	336	1000								
1.0E+00	5.0E-01	18169.	17427.	16837.	16387.	15472.	14338.	12974.	11499.	10709.	8892.	7413.	5668.								
1.0E+00	4.0E-01	14579.	13980.	13500.	13131.	12389.	11475.	10381.	9201.	8568.	7115.	5930.	4534.								
1.0E+00	3.2E-01	11707.	11222.	10830.	10527.	9923.	9185.	8307.	7362.	6856.	5692.	4745.	3627.								
1.0E+00	2.5E-01	9195.	8809.	8494.	8248.	7765.	7181.	6432.	5753.	5357.	4448.	3707.	2834.								
1.0E+00	2.0E-01	7400.	7085.	6825.	6621.	6223.	5749.	5196.	4604.	4287.	3559.	2966.	2267.								
1.0E+00	1.6E-01	5964.	5706.	5490.	5318.	4990.	4604.	4159.	3684.	3431.	2848.	2373.	1814.								
1.0E+00	1.3E-01	4887.	4672.	4489.	4342.	4065.	3745.	3381.	2995.	2789.	2315.	1928.	1474.								
1.0E+00	1.0E-01	3810.	3637.	3487.	3365.	3140.	2886.	2604.	2305.	2146.	1781.	1484.	1134.								
1.0E+00	7.9E-02	3056.	2913.	2787.	2682.	2493.	2285.	2059.	1823.	1697.	1408.	1172.	896.								
1.0E+00	6.3E-02	2482.	2362.	2253.	2161.	1999.	1827.	1644.	1455.	1354.	1123.	935.	714.								
1.0E+00	5.0E-02	2015.	1914.	1819.	1738.	1599.	1455.	1307.	1156.	1076.	892.	743.	567.								
1.0E+00	4.0E-02	1656.	1569.	1485.	1412.	1290.	1168.	1048.	926.	862.	715.	594.	454.								
1.0E+00	3.2E-02	1369.	1293.	1218.	1152.	1044.	939.	841.	743.	691.	572.	476.	363.								
1.0E+00	2.5E-02	1117.	1052.	984.	924.	828.	739.	659.	582.	541.	448.	372.	284.								
1.0E+00	2.0E-02	938.	879.	817.	761.	674.	596.	530.	467.	434.	359.	298.	227.								
1.0E+00	1.6E-02	794.	742.	684.	631.	550.	481.	426.	375.	348.	288.	239.	182.								
1.0E+00	1.3E-02	687.	638.	584.	533.	458.	395.	348.	306.	284.	235.	194.	148.								
1.0E+00	1.0E-02	579.	535.	484.	436.	365.	309.	270.	237.	220.	181.	150.	114.								
1.0E+00	7.9E-03	504.	462.	414.	367.	301.	249.	216.	189.	175.	144.	118.	90.								
1.0E+00	6.3E-03	446.	407.	360.	315.	251.	203.	174.	152.	141.	115.	95.	72.								
1.0E+00	5.0E-03	399.	362.	317.	273.	211.	166.	141.	122.	113.	92.	76.	57.								
1.0E+00	4.0E-03	364.	328.	283.	240.	180.	138.	115.	99.	92.	75.	61.	46.								
1.0E+00	3.2E-03	335.	300.	257.	214.	156.	115.	94.	81.	74.	60.	49.	37.								
1.0E+00	2.5E-03	310.	276.	233.	191.	134.	95.	76.	65.	59.	48.	38.	29.								
1.0E+00	2.0E-03	292.	259.	217.	175.	119.	80.	63.	53.	49.	39.	31.	23.								
1.0E+00	1.6E-03	277.	245.	203.	162.	106.	69.	52.	44.	40.	32.	25.	18.								
1.0E+00	1.3E-03	267.	235.	193.	152.	97.	60.	45.	37.	34.	27.	21.	15.								
1.0E+00	1.0E-03	256.	224.	183.	143.	88.	52.	37.	30.	27.	21.	16.	12.								
7.9E-01	7.9E-04	202.	177.	145.	113.	69.	41.	29.	24.	22.	17.	13.	9.2								
6.3E-01	6.3E-04	161.	141.	116.	90.	55.	33.	23.	19.	17.	13.	10.	7.4								
5.0E-01	5.0E-04	128.	112.	92.	71.	44.	26.	18.	15.	14.	11.	8.1	5.8								
4.0E-01	4.0E-04	102.	90.	73.	57.	35.	21.	15.	12.	11.	8.5	6.5	4.7								
3.2E-01	3.2E-04	82.	72.	59.	46.	28.	17.	12.	9.6	8.7	6.8	5.2	3.7								
2.5E-01	2.5E-04	64.	56.	46.	36.	22.	13.	9.2	7.5	6.8	5.3	4.1	2.9								
2.0E-01	2.0E-04	51.	45.	37.	29.	18.	10.	7.4	6.0	5.5	4.2	3.2	2.3								
1.6E-01	1.6E-04	41.	36.	29.	23.	14.	8.3	5.9	4.8	4.4	3.4	2.6	1.9								
1.3E-01	1.3E-04	33.	29.	24.	19.	11.	6.7	4.8	3.9	3.5	2.8	2.1	1.5								
1.0E-01	1.0E-04	26.	22.	18.	14.	8.8	5.2	3.7	3.0	2.7	2.1	1.6	1.2								

Risk för
dödsfall

Risk för
determi-
nistiska
effekter

Utrymning

Inomhus-
vistelse

Åtgärdsschema.

Sköldkörteldos på 3 km, inget skydd (mSv)

Utsläpp,
del av
härden

10⁻¹

10⁻²

10⁻³

10⁻⁴

Avst (km)	3	Inhalation. Jodisotoper (mGy)					Övriga radionuklider							
Utsläppsnivå		Fördrojningstid (h)					utsläppsförhållande							
Ädelgaser	Övriga	0.1	1	2	3	6	12	24	48	72	168	336	1000	
1.0E+00	5.0E-01	170000.	170000.	170000.	170000.	160000.	150000.	130000.	110000.	96000.	65000.	35000.	13214.	
1.0E+00	4.0E-01	136000.	136000.	136000.	136000.	128000.	120000.	104000.	88000.	76800.	52000.	28000.	10572.	
1.0E+00	3.2E-01	108800.	108800.	108800.	108800.	102400.	96000.	83200.	70400.	61440.	41600.	22400.	8457.	
1.0E+00	2.5E-01	85000.	85000.	85000.	85000.	80000.	75000.	65000.	55000.	48000.	32500.	17500.	6607.	
1.0E+00	2.0E-01	68000.	68000.	68000.	68000.	64000.	60000.	52000.	44000.	38400.	26000.	14000.	5286.	
1.0E+00	1.6E-01	54400.	54400.	54400.	54400.	51200.	48000.	41600.	35200.	30720.	20800.	11200.	4229.	
1.0E+00	1.3E-01	44200.	44200.	44200.	44200.	41600.	39000.	33800.	28600.	24960.	16900.	9100.	3436.	
1.0E+00	1.0E-01	34000.	34000.	34000.	34000.	32000.	30000.	26000.	22000.	19200.	13000.	7000.	2643.	
1.0E+00	7.9E-02	26860.	26860.	26860.	26860.	25280.	23700.	20540.	17380.	15168.	10270.	5530.	2088.	
1.0E+00	6.3E-02	21420.	21420.	21420.	21420.	20160.	18900.	16380.	13860.	12096.	8190.	4410.	1665.	
1.0E+00	5.0E-02	17000.	17000.	17000.	17000.	16000.	15000.	13000.	11000.	9600.	6500.	3500.	1321.	
1.0E+00	4.0E-02	13600.	13600.	13600.	13600.	12800.	12000.	10400.	8800.	7680.	5200.	2800.	1057.	
1.0E+00	3.2E-02	10880.	10880.	10880.	10880.	10240.	9600.	8320.	7040.	6144.	4160.	2240.	846.	
1.0E+00	2.5E-02	8500.	8500.	8500.	8500.	8000.	7500.	6500.	5500.	4800.	3250.	1750.	661.	
1.0E+00	2.0E-02	6800.	6800.	6800.	6800.	6400.	6000.	5200.	4400.	3840.	2600.	1400.	529.	
1.0E+00	1.6E-02	5440.	5440.	5440.	5440.	5120.	4800.	4160.	3520.	3072.	2080.	1120.	423.	
1.0E+00	1.3E-02	4420.	4420.	4420.	4420.	4160.	3900.	3380.	2860.	2496.	1690.	910.	344.	
1.0E+00	1.0E-02	3400.	3400.	3400.	3400.	3200.	3000.	2600.	2200.	1920.	1300.	700.	264.	
1.0E+00	7.9E-03	2686.	2686.	2686.	2686.	2528.	2370.	2054.	1738.	1517.	1027.	553.	209.	
1.0E+00	6.3E-03	2142.	2142.	2142.	2142.	2016.	1890.	1638.	1386.	1210.	819.	441.	167.	
1.0E+00	5.0E-03	1700.	1700.	1700.	1700.	1600.	1500.	1300.	1100.	960.	650.	350.	132.	
1.0E+00	4.0E-03	1360.	1360.	1360.	1360.	1280.	1200.	1040.	880.	768.	520.	280.	106.	
1.0E+00	3.2E-03	1088.	1088.	1088.	1088.	1024.	960.	832.	704.	614.	416.	224.	85.	
1.0E+00	2.5E-03	850.	850.	850.	850.	800.	750.	650.	550.	480.	325.	175.	66.	
1.0E+00	2.0E-03	680.	680.	680.	680.	640.	600.	520.	440.	384.	260.	140.	53.	
1.0E+00	1.6E-03	544.	544.	544.	544.	512.	480.	416.	352.	307.	208.	112.	42.	
1.0E+00	1.3E-03	442.	442.	442.	442.	416.	390.	338.	286.	250.	169.	91.	34.	
1.0E+00	1.0E-03	340.	340.	340.	340.	320.	300.	260.	220.	192.	130.	70.	26.	
7.9E-01	7.9E-04	269.	269.	269.	269.	253.	237.	205.	174.	152.	103.	55.	21.	
6.3E-01	6.3E-04	214.	214.	214.	214.	202.	189.	164.	139.	121.	82.	44.	17.	
5.0E-01	5.0E-04	170.	170.	170.	170.	160.	150.	130.	110.	96.	65.	35.	13.	
4.0E-01	4.0E-04	136.	136.	136.	136.	128.	120.	104.	88.	77.	52.	28.	11.	
3.2E-01	3.2E-04	109.	109.	109.	109.	102.	96.	83.	70.	61.	42.	22.	8.5.	
2.5E-01	2.5E-04	85.	85.	85.	85.	80.	75.	65.	55.	48.	33.	18.	6.6.	
2.0E-01	2.0E-04	68.	68.	68.	68.	64.	60.	52.	44.	38.	26.	14.	5.3.	
1.6E-01	1.6E-04	54.	54.	54.	54.	51.	48.	42.	35.	31.	21.	11.	4.2.	
1.3E-01	1.3E-04	44.	44.	44.	44.	42.	39.	34.	29.	25.	17.	9.1.	3.4.	
1.0E-01	1.0E-04	34.	34.	34.	34.	32.	30.	26.	22.	19.	13.	7.0.	2.6.	

Jodtabletter



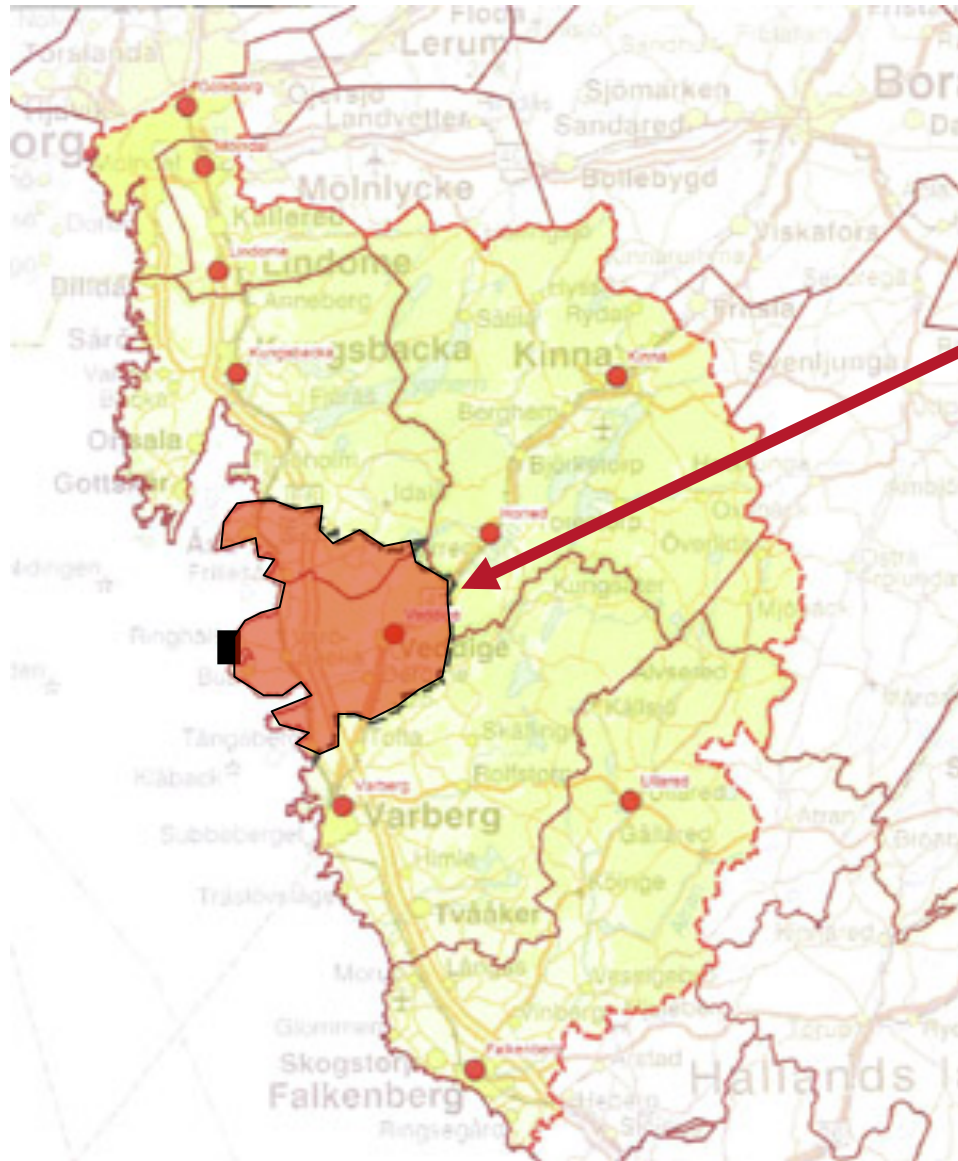
Exempel på avstånd för jodtabletter för olika avstyrd dos, km

Avstyrd dos		100 mSv	10 mSv	1 mSv
Utsläpp	10%	150	500	>1000
Utsläpp	1%	30	200	600
Utsläpp	0,1%	5	30	200
Utsläpp	0,01%	-	5	30
Utsläpp	0.001%	-	-	5
Utsläpp	0,0001%	-	-	-

Sverige har beredskap med jodtabletter genom förhandsutdelning 0-15 km



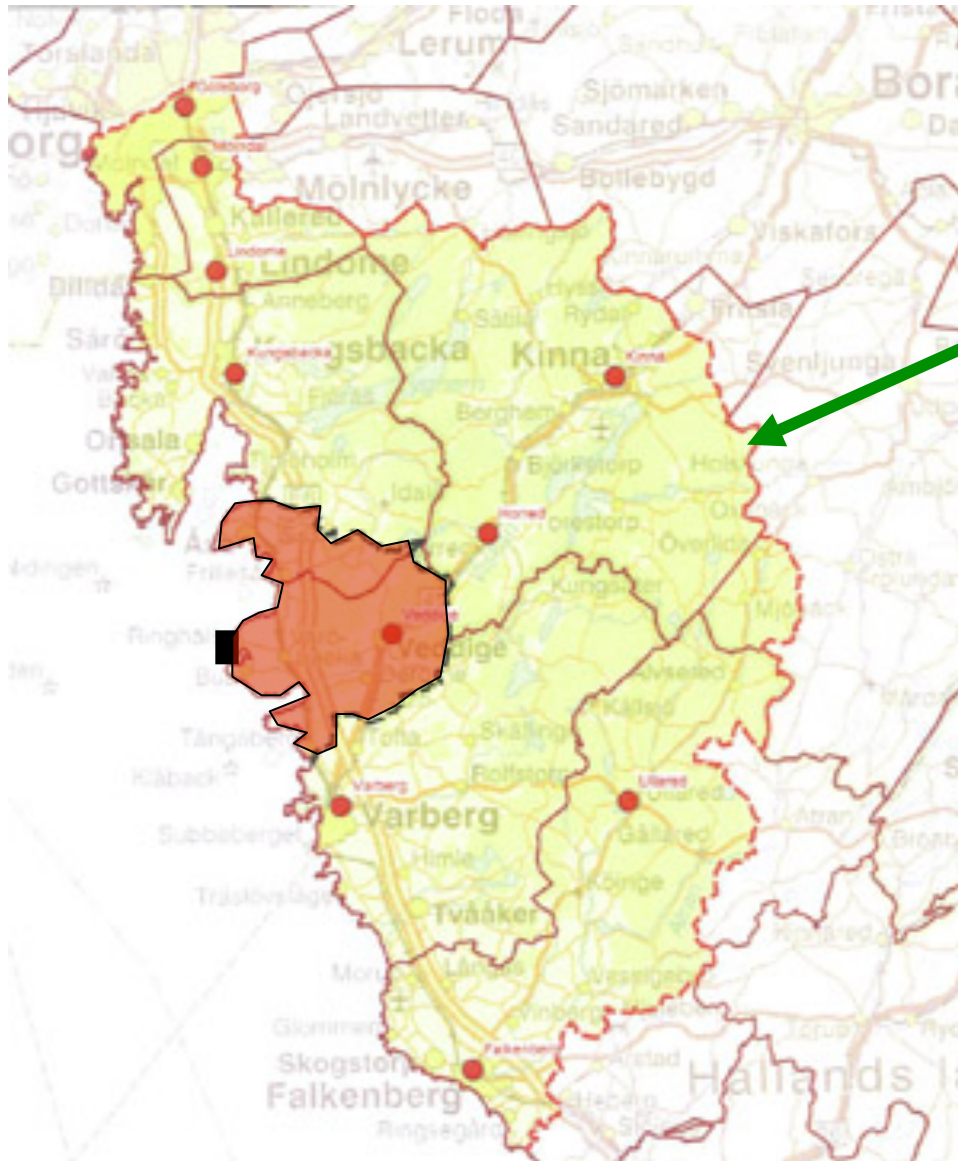
Bredskapszonerna med planerade skyddsåtgärder och planerad indikering



Inre beredskapszon

Radie 12-15 km från kärnkraftverket

Utomhuslarm (Tyfoner)
Inomhuslarm (RDS-radio)
Strålningsmätning planerad
Utrymning planerad
Jodtabletter förhandsutdelade
Information till allmänheten



Indikeringszon

Radie ca 50 km från
kärnkraftverket

Strålningsmätning planerad
Utrymning delvis planerad
Information till lantbrukare

Jodtabletter för utdelning från
centralt lager vid olycka



Vid haverilarm ger Strålsäkerhetsmyndigheten alltid denna rekommendation till länsstyrelsen

Genomför omedelbart följande skyddsåtgärder

1. **Inomhusvistelse i inre beredskapszonen.** Skyddsåtgärden ingår i länsstyrelsens förberedda åtgärder. SSM rekommenderar att åtgärden upprätthålls. Boende i inre beredskapszonen uppmanas att gå inomhus, stänga dörrar och fönster och lyssna på meddelande i radio. Inomhusvistelse är en skyddsåtgärd som minskar bestrålningen om radioaktiva ämnen sprids från kärnkraftverket. Åtgärden anges i den broschyr som delats ut till alla hushåll i inre beredskapszonen,
2. **Ta jodtabletter i inre beredskapszonen.** Länsstyrelsen har i uppgift att besluta om skyddsåtgärden. SSM rekommenderar att boende i inre beredskapszonen omedelbart tar jodtabletter enligt instruktionen på förpackningen. Det viktigaste är att barn får jodtabletter. Personer med känd jodallergi eller sköldkörtelsjukdom ska inte ta jodtabletter. Jodtabletter har förhandsutdelats till de boende inom zonen.
3. **Utrym ut till 3 km från kärnkraftverket.** Länsstyrelsen har i uppgift att besluta om skyddsåtgärden. SSM rekommenderar omedelbar utrymning av allmänheten runt kärnkraftverket ut till 3 km avstånd.

Förbered skyndsamt följande skyddsåtgärder

4. **Utrymning av hela eller delar av inre beredskapszonen.** SSM rekommenderar att länsstyrelsen förbereder utrymning av hela inre beredskapszonen. SSM återkommer med besked om behovet av utrymning av inre beredskapszonen och vilka sektorer eller områden kring kärnkraftverket som ska prioriteras.
5. **Inomhusvistelse i hela eller delar av indikeringszonen (ut till ca 50 km).** SSM rekommenderar att länsstyrelsen i drabbat län förbereder uppmaning till allmänheten att gå inomhus i hela indikeringszonen. SSM återkommer med besked om behovet av inomhusvistelse i indikeringszonen och vilka områden som ska prioriteras.
6. **Kompletterande utdelning och intag av jodtabletter i indikeringszonen.** SSM rekommenderar att länsstyrelsen förbereder kompletteringsutdelning av jodtabletter i hela indikeringszonen. Jodtabletter finns i centralt lager på Arlanda. SSM återkomma med besked om behovet av jodtabletter och vilka områden som ska prioriteras.
7. **Vid nederbörd eller risk för nederbörd - förbered utrymning av delar av indikeringszonen.** SSM rekommenderar att länsstyrelsen förbereder utrymning av områden i indikeringszonen där nederbörd fallit vid passage av det radioaktiva utsläppet (Den radioaktiva markbeläggningen kan öka 50 – 100 gånger vid nederbörd).



Räddningstjänsten genomför indikering (dosratmätning) vid en kärnkraftsolycka



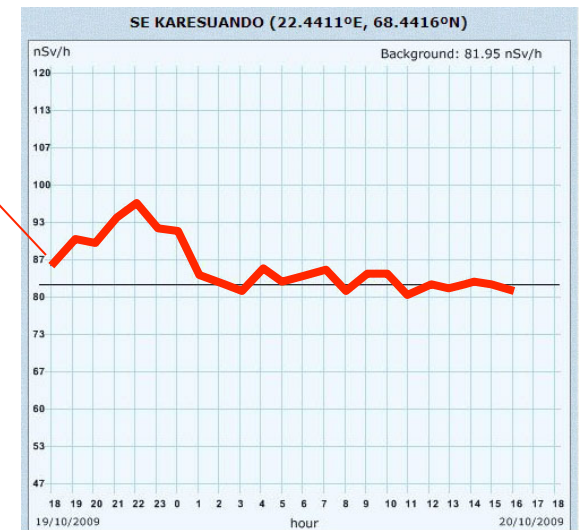
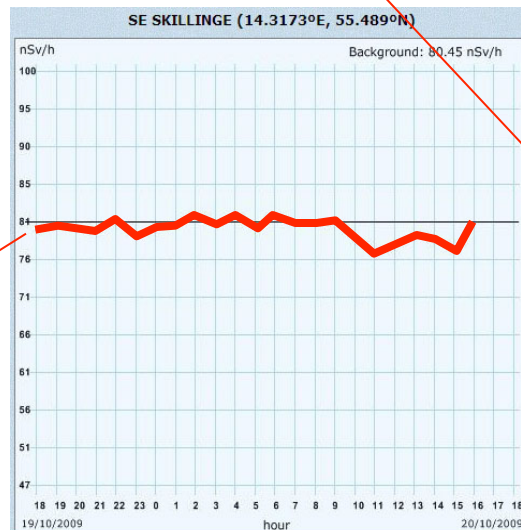


Den nationella strålskyddsberedskapen



Fasta mätstationer i Sverige SSM:s Gammastationer

Gammastrålningen mäts automatiskt
dygnet runt på 28 platser i Sverige
vid SMHI:s automatiska väderstationer från Skillinge
till Karesuando





Intensimeter SRV 2000

Noggranna mätningar i kommunernas referenspunkter krävs för att identifiera nedfall som kan leda till betesrestriktioner



Foto: Louise Finck

Normal bakgrund är **0.15 $\mu\text{Sv/h}$**
Statistisk osäkerhet **0,02 $\mu\text{Sv/h}$**

Åtgärdsnivå
10000 Bq/m^2
ger ett tillägg till
bakgrunds-
doshastigheten på

0.02 $\mu\text{Sv/h}$
för I-131

0.03 $\mu\text{Sv/h}$
för Cs-137



SSM organiserar den nationella strålskyddsberedskapen

Sveriges meteorologiska och hydrologiska Institut (SMHI) i Norrköping

- Väderprognoser
- Spridningsberäkningar

Linköpings universitet (LiU) i Linköping

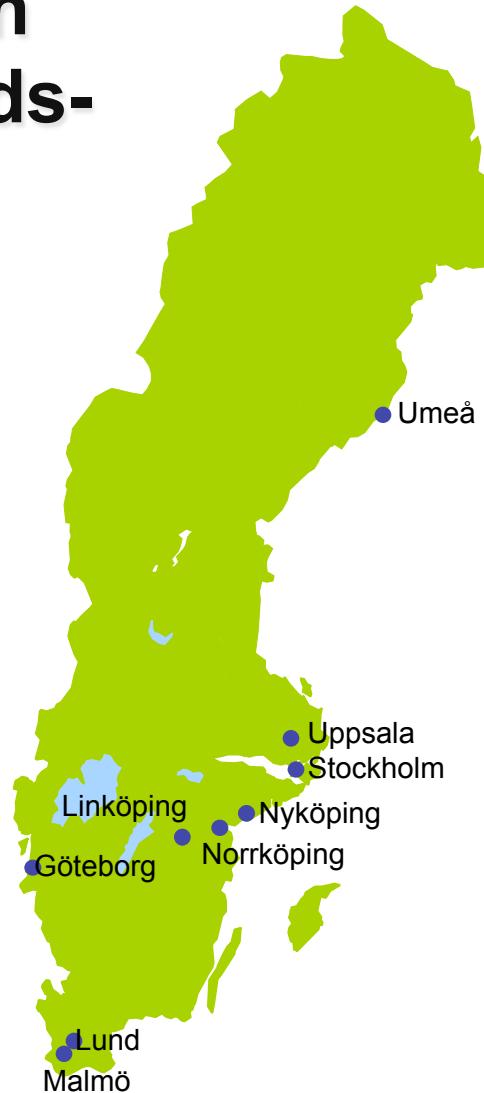
- Retrospektiv dosimetri
- Resurser för laboratoriemätningar
- Grundläggande resurser för fältmätningar

Göteborgs universitet (GU) i Göteborg

- Stationär helkroppsräknare
- Basresurser för laboratoriemätningar
- Fordon för strålningsmätning (släp)
- Flygmätningar med polisens helikoptrar

Lunds universitet (LU) i Lund och Malmö

- Stationär helkroppsräknare
- Omfattande resurser för laboratoriemätningar
- Fordon för strålningsmätning (bil & släp)
- Flygmätningar med polisens helikoptrar



Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) i Umeå

- Mobil och stationär helkroppsräknare
- Omfattande resurser för laboratoriemätningar
- Fordon för strålningsmätning (bil)

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala

- Basresurser för laboratoriemätningar

Sveriges geologiska undersökning (SGU) i Uppsala

- Flygmätningar med flygplan

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) i Stockholm

- Nationell samordning av expertstöd
- Stationär helkroppsräknare
- Resurser för laboratoriemätningar
- Fordon för strålningsmätning (bil)
- Flygmätningar med polisens helikoptrar

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) i Stockholm

- Basresurser för laboratoriemätningar
- Fordon för strålningsmätning (släp)

Studsvik AB i Nyköping

- Stationär helkroppsräknare
- Resurser för att omhänderta och lagra strålkällor
- Omfattande resurser för laboratoriemätningar
- Grundläggande resurser för fältmätningar



SSM:s mobila laboratorier



Bilar finns i
Umeå
Stockholm
Lund

Släp finns i
Stockholm,
Göteborg,
Malmö



Vidareutbildning för sjukhusfysiker i krisberedskap ges samordnat av Lunds och Göteborgs universitet.

Kurs i omhändertagande av strålskadade
ges vid Linköpings universitet

Ger CPD-poäng

Kurserna finansieras med
krisberedskapsmedel via SSM