

# Gammaspektrometriska mätningar vid gamla vattentornet i Västervik

Cecilia Jelinek

September 2020

SGU Dnr 35-1419/2020



Omslagsbild: Gammaspectrometrimätning på Västervikskvarst.  
Foto: Cecilia Jelinek

Författare: Cecilia Jelinek  
*Granskad av:* Mats Wedmark  
Ansvarig enhetschef: Mats Wedmark

Sveriges geologiska undersökning  
Box 670, 751 28 Uppsala  
tel: 018-17 90 00  
e-post: [sgu@sgu.se](mailto:sgu@sgu.se)  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

## INNEHÅLL

Inledning.....	4
Resultat.....	5
Mätning av totalstrålning 2020.....	5
Delområde 1.....	5
Delområde 2.....	5
Mätning av aktivitetskoncentration av uran 2020 .....	5
Jämförelse med lagar och rekommendationer .....	10
Allmänna hänsyn.....	10
Gränsvärden, referensvärden och rekommendationer.....	10
Gammastrålning i bostad .....	10
Gammastrålning utomhus.....	11
Markradon .....	11
Övrigt.....	11
Om gammastrålning.....	11
Rekommendationer.....	12
Sprängning .....	12
Referenser.....	13

## INLEDNING

Till hjälp vid handläggning av detaljplan behöver Västerviks kommun en fördjupad utredning av strålningsnivåer i närheten av det gamla vattentornet i Västervik. Halten av uran är hög i berggrunden och nya bostäder planeras.

Tre delområden utpekades som intressanta:

1. Hällområdet runt vattentornet där radhusbebyggelse planeras
2. En liten skogsdunge söder om vattentornet där ett aktivitetsområde kan bli aktuellt.
3. En tomt öster om vattentornet där framtida bebyggelse kan bli aktuell.

Uppdraget avsåg mätning av gammastrålning från marken i utpekat område. Mätningar av den totala gammastrålningsnivån är mätt i profiler med hjälp av en gammaspektrometer kopplad till GPS. Dessa mätningar har gjorts i område 1 och 2. I område 3 är marken täckt av asfalt och byggnader, varvid mätningar med gammaspektrometer inte skulle ge relevanta resultat. Aktivitetskoncentrationer av radionukliderna har sedan mätts i 30 punkter i område 1.



Figur 1. Översikt av mätområdet. Intresseområden 1, 2, och 3 utmärkta. Topografisk information från Lantmäteriet.

Inom berggrunden i Västerviks kommun finns betydande fyndigheter av uranhaltigt berg. Uranet uppträder oftast i tunna lager, avlånga zoner eller fläckvis. Mineraliseringarna finns främst i kvartsiter och sedimentära gnejser. Vid vattentornet utgörs berggrunden av kvartsit.

Runt vattentornet har tidigare detaljerade mätningar av den totala gammastrålningen utförts av Löfvendahl & Åkerblom (1976). Konsultfirman LR-konsult och Installation AB har mätt gammastrålning inuti vattentornet och gjort en mätning med gammaskpektrometer på marken utanför ingången till vattentornet (Pihl, 2009). Västerviks kommun har också utfört mätningar av totalstrålningen vid vattentornet.

## RESULTAT

I de mätningar kommunen själv har utfört med kalibrerade totalstrålningsinstrument är stråldoserna 1,3–2,0  $\mu\text{Sv/h}$  runt vattentornet (Lars Kåremyr).

I Löfvendahl & Åkerblom (1976) framgår att uran förekommer som impregnation i kvartsiten vid vattentornet, i smala tungsandsskikt och i sprickor. Gulaktiga sekundära uranmineral uppträder sparsamt. De mätte upp en maxaktivitet på 3 000  $\mu\text{R/h}$ , vilket motsvarar 30  $\mu\text{Sv/h}$ , och uranhalter mellan 53 och 15 334 ppm. Deras mätning av total gammastrålning gjordes 10 cm över markytan

I de mätningar som utfördes vid vattentornet den 16/9 2020 gjordes mätningar 1 m över markytan, vilket framförallt innebär att signalen representerar ett större område än vid mätningar närmare markytan, och att punktanomalier får lite mindre inverkan på mätresultatet. Det är normalt att stråldos från marken uppskattas på 1 m höjd (Anderson m.fl. 2007).

Mätningar av gammastrålning som görs på markytan mäter strålning som kommer från de översta 2–3 decimetrarna av jord- eller bergtäcket, och säger inget om hur det ser ut längre ned, även om de är möjligt att göra antaganden beräknat på sprickors orientering. Det finns dock enligt Löfvendahl & Åkerblom (1976) borrhål där sprickor och mineraliserade horisonter borde kunna följas nedåt.

## Mätning av totalstrålning 2020

### *Delområde 1*

I den nordvästra delen och kring vattentornet är totalstrålningen oftast 0,1–1  $\mu\text{Sv/h}$  (figur 2). Längs vägen i norr är marken täckt av gräs och jord vilket dämpar strålningen. De mätningar som utförts där jord/gräs täcker berggrunden ger avsevärt lägre strålning. Där den nordöstra och de två västra radhuslängorna planeras är stråldosen generellt 1–3  $\mu\text{Sv/h}$  (för det mesta 1–2  $\mu\text{Sv/h}$ ) på 1 m höjd. Lokalt är strålningen högre. Maximalt uppmätt strålning var 12,6  $\mu\text{Sv/h}$ . Kraftigt förhöjd strålning uppträder i samband med förekomster av extra uranmineraliserade horisonter eller sprickor. Dessa uppträder spritt och är oftast av mycket begränsad utbredning. Strålningen minskar ner mot den sydöstra radhuslängan, där bergytan är jordtäckt.

### *Delområde 2*

Där aktivitetsområdet planeras är strålningen generellt under 0,2  $\mu\text{Sv/h}$ . Berget är jordtäckt.

## Mätning av aktivitetskoncentration av uran 2020

Mätning av uranhalter har utförts med handburen gammaskpektrometer av modellen RS-230, kalibrerad 2020-04-29 av SGU på SGUs kalibreringsplattor på Dala Airport, Borlänge. Eftersom

uranhalterna är så höga blir den statistiska osäkerheten i mätvärden låg, 0,5–1 %. De höga uranhalterna påverkar beräkningen av de andra naturligt förekommande radioaktiva ämnena kalium och torium. Halter av dessa anges därför inte.

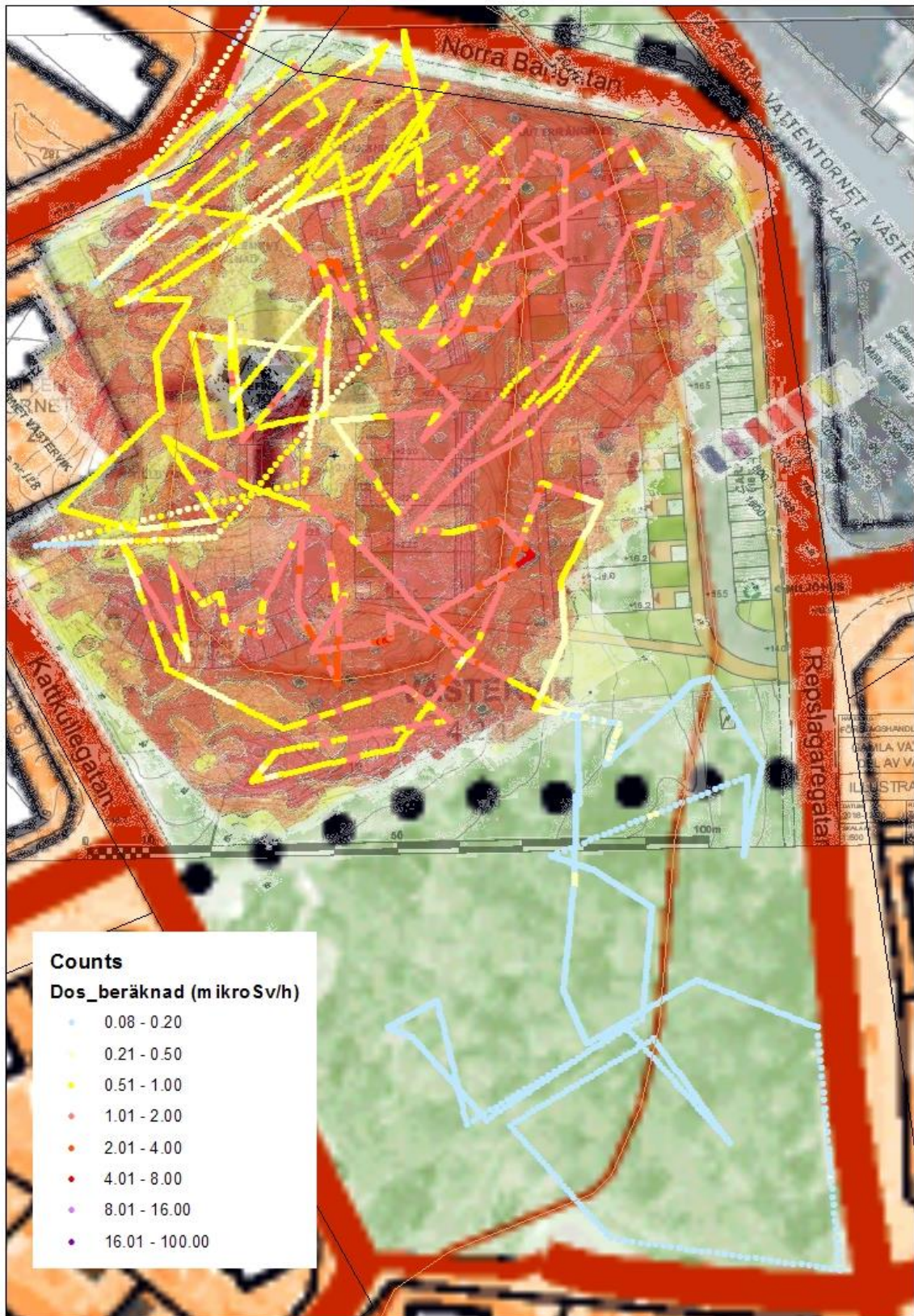
Mätningar med gammaspectrometer av aktivitetskoncentrationen av uran visas i figur 3 och tabell 1. Mätningarna är utförda för att representera en yta omkring mätpunkten, vilket har kontrollerats genom att strålningen mättes över och omkring ytan innan mätpunkten valdes. Dessa mätningar gav uranhalter mellan 72 och 848 ppm eU. Två mätningar gjordes där extra hög strålning uppmättes, där uppmättes uranhalten till 1 356 och 2 013 ppm eU.

Färgskalan är vald så röd färg motsvarar högriskområde för radon (över 16 ppm uran motsvarar 200 Bq/kg Ra.226). Inga mätningar ligger under detta värde (det finns alltså inga gröna eller gula punkter).

Som en jämförelse visas även mätningar utförda av Löfvendahl och Åkerblom (1976) i figur 3. Koordinater för dessa är ungefärliga, då de georefererats utifrån digitaliserad papperskarta.

Haltintervallet är ungefär detsamma som för de nya mätningarna. De högsta resultaten är även för de äldre mätningarna uppmätta i lokala extrempunkter.





Figur 2. Resultat från gående mätning av totalstrålning på en meters höjd med GPS i område 1 och 2. Dosen har uppskattats från uppmätta pulser (counts). I bakgrunden uppmätt totalstrålning på 0,1 meters höjd, från Löfvendahl och Åkerblom (1976).







Tabell 1. Uranhalt i berggrunden mätt med gammasppektrometer på berghäll 2020-09-16.

OBS_ID	N	E	cps	cps	mättid	U	Dos	Anm.
			1m	mark	[s]	[ppm eU] <sup>1)</sup>	[nSv/h]	
CJK201001	6402461	598030			300	598.9	3935.5	
CJK201002	6402483	598025	4100	3875	240	214.1	1443	
CJK201003	6402472	598023	2700	2800	240	163.3	1091.1	
CJK201004	6402462	598026	2200	2000	240	92.3	637.4	
CJK201005	6402461	598030	4200	11700	240	847.8	5571.1	
CJK201006	6402451	598034		16700	240	1356.3	8942	
CJK201007	6402448	598038	5900	7619	240	499.8	3284.7	
CJK201008	6402444	598036	3800	3800	240	224.6	1481.7	
CJK201009	6402447	598047	4800	5700	240	343.3	2256.2	
CJK201010	6402461	598037	3100	3000	240	166.1	1098	
CJK201011	6402489	598047	2700	1700	240	72.4	491.3	
CJK201012	6402477	598066	4900	5700	240	343.8	2266	
CJK201013	6402453	598051	4900	5900	240	360	2365.5	
CJK201014	6402443	598046	6000	4100	240	358.3	2354.8	
CJK201015	6402440	598070	2600	2400	240	121.4	799.5	
CJK201016	6402430	598060	4700	5500	240	321.7	2116.1	
CJK201017	6402433	598045	3600	3300	240	168.8	1125.2	
CJK201018	6402418	598049	3500	3700	240	202.3	1330.9	
CJK201019	6402428	598019	6000	8000	240	508.1	3351.4	2)
CJK201020	6402432	598023	4000	4000	240	226.5	1525	2)
CJK201021	6402454	598051	3200	2700	300	150.8	939	
CJK201022	6402475	598041	2500	3100	300	199.9	1248.2	
CJK201023	6402481	598058	3800	5800	259	395.9	2460	
CJK201024	6402471	598053	3700	4500	241	279.3	1732.4	
CJK201025	6402457	598065	3600	4500	300	268.4	1671.3	
CJK201026	6402448	598052	3400	3400	288	203	1270.3	
CJK201027	6402448	598076	3700	4300	248	265.3	1668.7	
CJK201028	6402427	598065	2600	2400	253	125	781.7	
CJK201029	6402431	598051	12260	22300	300	2012.8	12581.4	2)
CJK201030	6402405	598058			251	197.6	1230	
CJK201031	6402415	598033	3500	3800	300	230.7	1435.1	

<sup>1)</sup> Halten av uran anges som ppm eU, dvs miljondel ekvivalent uran. Detta beror på att man vid den gammasppektrometriska mätningen beräknar urankoncentrationer utifrån sönderfallet av isotopen vismut-214 och sedan beräknar uranhalten utifrån denna. 1 ppm (1 g/ton) uran motsvarar 12,35 Bq/kg uran-238 och 12,35 Bq/kg radium-226.

<sup>2)</sup> Dessa mätningar är utförda nära kant eller konstruktion som påverkar mätresultatet uppåt, så kallad plusgeometri.

# JÄMFÖRELSE MED LAGAR OCH REKOMMENDATIONER

## Allmänna hänsyn

I 3 kap. strålskyddslagen ([2018:396](#)) finns grundläggande bestämmelser som gäller skydd mot strålning. Enligt en av bestämmelserna ska strålskyddet optimeras vilket innebär att den strålning människor kan utsättas för ska begränsas så långt det är möjligt och rimligt. I befintliga bostäder kan det t.ex. innebära åtgärder för att minska radonhalter. Det finns dock inte möjligheter att pröva lokalisering av bostäder enligt strålskyddslagen. Enligt den s.k. lokaliseringsregeln i 2 kap. 6§ miljöbalken gäller dock att bl.a. olägenheter för människors hälsa ska beaktas när verksamheter lokaliseras.

Att exponeras för joniserande strålning innebär en ökad risk för cancer. Eftersom det vid exponering för joniserande strålning inte går att hänvisa till tröskeleffekter, under vilka det inte skulle finnas någon riskökning, har man vid framtagande av strålskyddslagstiftningen tagit fasta på optimering. Samtidigt så finns det alltid en bakgrundsstrålning och människor kommer alltid att exponeras för joniserande strålning i någon mån. I genomsnitt exponeras en människa i Sverige för ca 3 mSv per år genom bakgrundsstrålning, röntgenundersökningar, radon i inomhusluft etc.

Vid tillståndsprovning kan krav ställas på att den som initierar en projektering ska mäta gammastrålning, och mätningar ska vara gjorda med spårbarhet och kalibrerade instrument. Resultatet av mätningarna kan ligga till grund för ett resonemang kring vad som är rimliga dosrater inomhus och i utomhusmiljön i det planerade området. Potentiellt kan doser i ett område med uranrik mark bli höga. Om planerad verksamhet medför en risk för att människor kommer att exponeras över gränsvärde och referensnivå i byggnadsmaterial, är detta något som man behöver ta hänsyn till, och som kan föranleda särskilda åtgärder för att säkerställa strålskyddet om projektet får tillstånd. (Tove Sandberg Liljendahl, Strålsäkerhetsmyndigheten).

## Gränsvärden, referensvärden och rekommendationer

### *Gammastrålning i bostad*

Referensnivån för gammastrålning från byggnadsmaterial i Strålskyddsförordningen gäller inte naturlig bakgrund, och dessutom enbart byggnadsmaterial, så den är inte tillämplig här. Däremot torde Boverket gränsvärde gälla även om strålningen kommer utifrån.

Gammastrålning (miljödosekvivalent) i nya byggnader	0,3 µSv/h	Gränsvärde för gammastrålning i rum där människor vistas mer än tillfälligt <a href="#">Boverkets byggregler, BBR, på Boverkets webbplats</a>
Gammastrålning från byggnadsmaterial	1,0 mSv/år	Referensnivå för extern exponering för gammastrålning från byggnadsmaterial anges i årlig effektiv dos för personer som vistas i byggnaden <a href="#">Strålskyddsförordning (2018:506)</a>

## ***Gammastrålning utomhus***

Det finns inte direkt lagstiftning på vad som gäller för gammastrålning på uteplats eller lekplats, däremot en rekommendation från strålskyddsmyndigheterna i de nordiska länderna från år 2000:

The recommended investigation level for exposure to gamma radiation at often used places outdoors, e.g. playgrounds, expressed as ambient dose equivalent rate, is 1  $\mu\text{Sv}$  per hour.

Största delen av området där husen är planerade att ligga utgörs av berghäll där strålningen överstiger rekommenderad dos vid ”ofta använd plats utomhus”.

I område 2 där aktivitetsytor planeras är strålningen något högre än normal bakgrund, men långt under gränsen för att det ska vara risk för för mycket exponering. Normal bakgrundsstrålning i Sverige är cirka 0,1  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ . Variationen i bakgrundsstrålningen i Sverige är stor.

## ***Markradon***

Vad gäller radonrisk så brukar man för icke genomsläppligt kalt berg använda gränsen 16 ppm uran (200 Bq/kg radium-226) som gräns för högradonmark. Gränsvärdet för högradonmark vad gäller sprängsten ligger på cirka 8 ppm uran (vilket motsvarar 100 Bq/kg), se t.ex. Radonboken (Clavensjö och Åkerblom, 2004). Uranhalterna i berggrunden vid vattentornet ligger väldigt långt över gränsen för högradonmark.

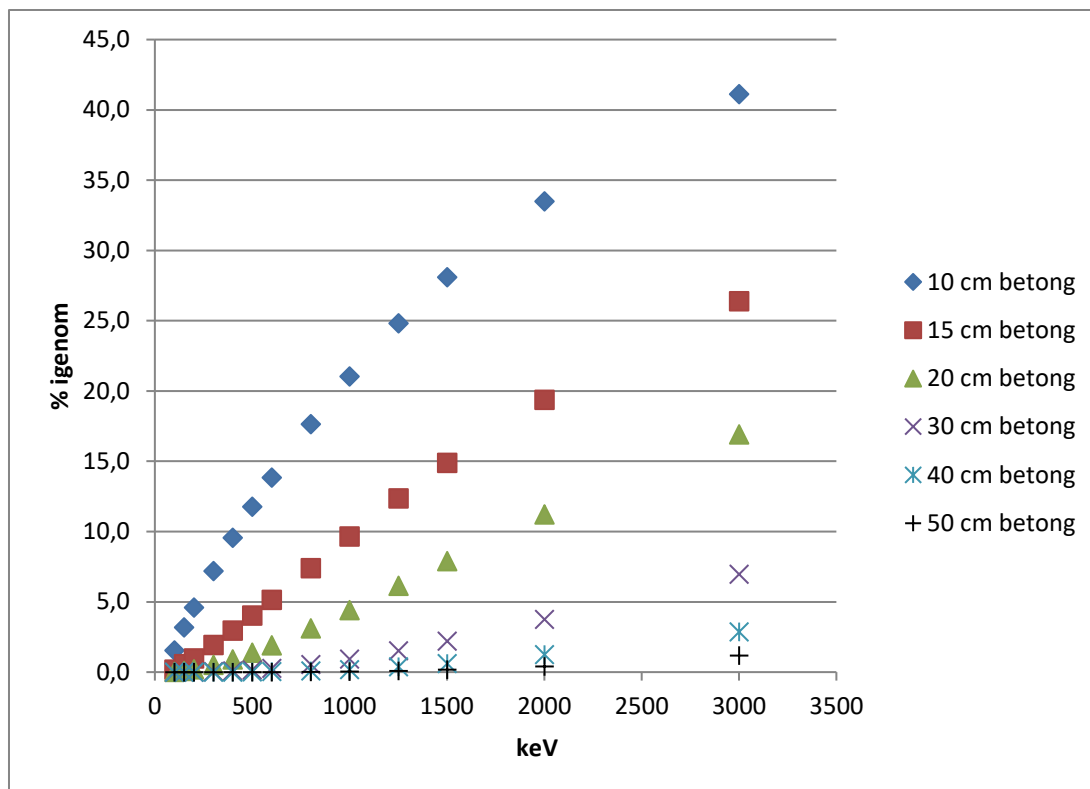
## ***Övrigt***

Om man når över 800 ppm uran (i medelvärde) finns särskilda regler för deponering (SSMFS 2018:4) och transport (MSBFS 2018:5) av överblivet material. Uranhalter över 800 ppm har uppmätts runt vattentornet, men förekommer bara väldigt lokalt.

## **OM GAMMASTRÅLNING**

Gammastrålning tränger igenom fasta material, men dämpas på vägen igenom. Figur 4 visar hur mycket av gammastrålningen som går igenom betong av olika tjocklek. Hur mycket som går igenom beror av energin hos gammafotonerna. I sönderfallskedjan från U-238 är de viktigaste gammaenergierna 352, 609 och 1765 keV. Ju högre energi, desto större genomträngningsförmåga. 90 % av de mest energirika gammastrålarna (1754 keV) dämpas alltså bort av 20 cm betong, och 99 % av 40 cm betong (och i och med att det ”bara” är en andel av sönderfallen som producerar den energin så blir den totala ”dämp-andelen” större). Om jord eller lera används istället för betong får man jämföra densiteten – densiteten hos betong är cirka 2,3  $\text{kg}/\text{dm}^3$ , jordens densitet beror på porositeten, men man brukar anta cirka 1,6–1,7  $\text{kg}/\text{dm}^3$ . Cirka 3 dm jord ger ungefär samma dämpning som 2 dm betong, knappt 6 dm jord ger samma dämpning som 4 dm betong.





Figur 4. Dämpning av gammastrålning med olika energier i betong av olika tjocklek. Beräkningar utförda med hjälp av data från <http://www.physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/ComTab/concrete.html>.

## REKOMMENDATIONER

I ett hus kommer minst 80 % av gammastrålningen underifrån att dämpas bort av en 15 cm tjock bottenplatta i betong. Strålningen från marken är dock bitvis så hög att 15 cm betong kan släppa igenom mer än 0,3  $\mu\text{Sv/h}$ , vilket är Boverkets gränsvärde. Strålning kan också komma in från sidan genom fönster och dylikt.

För att minska strålningen från marken på uteplatser kan marken täckas av jord, lera eller annat fyllningsmaterial, enligt ovan.

Med hänsyn till Strålskyddslagstiftningens skrivningar om optimering bör marken täckas över i hela området där omkring bostäderna – åtminstone där strålningen överstiger 1  $\mu\text{Sv/h}$ . Detta både för att undvika strålning in från sidan (genom fönster t.ex.) in i husen och för att undvika exponering när boende vistas utomhus.

Uranhalten i berget är överallt mycket över gränsen för att klassa berget som högriskområde för radon, men vad gäller radon måste rekommendationer vad gäller byggnadssätt för nya bostäder komma från byggnadstekniskt håll.

Av största vikt är att ha kontroll på lossprängt material. Det bör tillses noga att det inte hamnar som fyllning under byggnad eller anläggning där människor vistas mer än tillfälligt.

## Sprängning

Sprängning påverkar inte gammastrålningen. Dock kan sprängning ge upphov till nya sprickor och förändra lufttransporten i marken, och skulle därmed kunna påverka hur radon transporteras i marken, eftersom radon transporteras med jordluften. Sprängning kan också möjligen ge

upphov till sprickor i närliggande husgrunder, och därmed orsaka inläckaget av radon i berörda fastigheter. En liten spricka räcker för att för mycket radon ska kunna sugas in ett hus, eftersom lufttrycket ofta är lägre i huset än i marken och tryckskillnaden driver transporten.

## REFERENSER

- Andersson, P., Carlsson, M., Falk, R., Hubbard, L., Leitz, W., Mjönes, L., Möre, H., Nyblom, L., Söderman, A.-L., Yuen Lasson, K., Åkerblom, G. & Öhlén, E., 2007: Strålmiljön i Sverige. *SSI Rapport 2007:02*. Strålsäkerhetsmyndigheten. 144 s.
- Clavensjö, B. & Åkerblom, G. 2004: *Radonboken: förebyggande åtgärder i nya byggnader*. Formas, 106 s.
- Löfvendahl, R. & Åkerblom, G., 1976: Uranprospektering i Västerviksområdet – Rapport över av SGU utförda prospekteringsarbeten åren 1970-1974. *BR-AP87003*. Sveriges geologiska undersökning, 146 s.
- Pihl, R., 2009: *Radonutredning Gamla Vattentornet Västervik*, 3 s.
- Strålskyddsmyndigheterna i Danmark, Finland, Island, Norge & Sverige, 2000: *Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – recommendations*. The radiation protection authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 80 s.
- <http://www.physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/ComTab/concrete.html> - beräkning av dämpning av gammastrålning för betong.