



Klima-, Energi- og Bygningsudvalget  
Christiansborg  
1240 København K

Stormgade 2-6  
1470 København K  
Tlf. 3392 2800  
Fax 3392 2801  
kemin@kemin.dk  
www.kemin.dk

Klima-, Energi- og Bygningsudvalget har i brev af 3. april 2013 stillet mig følgende spørgsmål 142 alm. del, stillet efter ønske fra Per Clausen (EL), som jeg hermed skal besvare.

Ministeren

D. 24. april 2013

J nr. 2013-1663

**Spørgsmål 142:**

Vil ministeren redegøre for den foreliggende viden om alunskifers indhold af radioaktive stoffer som uran, thorium, radium og radon, og kan ministeren bekræfte, at alunskifer nogle steder i Sverige har et så stort indhold af uran, at den har været basis for indvinding heraf?

**Svar:**

Nedenfor gives også svar på udvalgets spørgsmål 144, idet svaret herpå har stor sammenhæng med svar på spørgsmål 142.

I Alunskiferen er der under dens dannelse blevet udfældet uran (U-238). Det vides ikke, hvordan uran er bundet i Alunskifer, men de målte mængder i Danmark er markant lavere end i Sverige.

Uran er det første led i henfaldsserien, hvor det radioaktive grundstof henfalder under udsendelse af alfastråling og bliver til radium (Ra-226), som derefter henfalder til radon (Rn-222). Det er grundstoffernes halveringstid, som er nøglen til henfaldet, der medfører, at der bliver mindre af stofferne. Uran-238 har en halveringstid på 4,5 milliarder år, radium-226 en halveringstid på 1600 år og radon-222 en halveringstid på 3,8 dage. Radon omdannes selv til nye kortlivede radioaktive stoffer - "radondøtre" (polonium-218, bly-214, bismuth-214 og polonium-214). Radon selv er en ædelgas og indgår derfor ikke i kemiske forbindelser, men kan i stedet frigøres til luften fra det materiale, hvori radon dannes. Radondøtrene derimod er kemisk aktive og bindes let til partikler i luften og til overflader.

Fra den sorte Alunskifer på Bornholm foreligger der kun få analyser af det radioaktive indhold, som De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS har kendskab til.

GEUS har i 2012 målt blandt andet uran indholdet i 10 prøver fra Alunskiferen taget i Billegrav-2 kerneboringen på Bornholm. Der er målt et uranindhold mellem 26 og 90 ppm\* med et gennemsnit på 54 ppm. I Alunskifer fra Skåne er målt værdier på 168 ppm Uran.

Der er herudover målt indhold af radium på tre prøver fra Bornholm af Alunskifer som er refereret i dels "Damkjær, A. & Korsbech, U., 1985: Measurement of the emanation of Radon-222 from Danish soils. The Science of the Total Environment 45, s. 343-350" (prøve 1), dels et notat fra 21. juni 1996 fra Statens Institut for Strålehygiejne (nu Statens institut for Strålebeskyttelse) (prøve 2 og 3):

Prøve 1: 51 ppm

Prøve 2: 104 ppm

Prøve 3: 118 ppm

I forhold til ovennævnte reference for målingerne er der foretaget en omregning fra Bq/kg til ppm af hensyn til sammenligneligheden med øvrige oplysninger i dette svar.

Radiumindholdet er det højeste, som er målt i danske aflejringer og bjergarter.

Thorium i Alunskiferen er associeret til lerminerale og er ikke beriget i forhold til andre finkornede bjergarter. Målinger af Thorium i skifre på global plan angiver et gennemsnit på 15,4 ppm (fra bogen 'The continental crust: its composition and evolution' af S.R.Taylor og S.M. McLennan, Blackwell Scientific Publications 1985). I to danske borer er der målt gennemsnitsværdier for indholdet af Thorium i Alunskiferen. I Terne-1 boringen (beliggende i Kattegat) er gennemsnittet 12 ppm (maksimum måling 19 ppm, minimum måling 8 ppm). For Billegrav-1 på Bornholm var gennemsnittet 13 ppm (maksimum 15 ppm, minimum 12 ppm).

Terne-1 blev boret af Amoco i 1986 i Kattegat som en efterforskningsboring. Der blev kun fundet spor af kulbrinter i den dybe del, som gennemborede Alunskiferen. GEUS har ikke foretaget yderligere analyser af kulbrinter udover, hvad der blev foretaget af Amoco efter udførelsen af boringen.

GEUS har i forbindelse med anden forskning foretaget analyser af borespåner fra Terne-1 boringen, herunder af Alunskiferen. Indholdet af udvalgte metaller i Alunskifer fra Terne-1 boringen er givet i nedenstående tabel.

Grundstof	Cd	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	U	V	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm
Variation	1-36	10-17	54-211	9-128	39-149	17-238	9-81	277-2574	37-1280
Gennemsnit	8	17	127	58	90	50	35	954	315

I den videnskabelige artikel "Alun Skiferen i Skandinavien" udarbejdet af Bjørn Buchardt, Arne Thorshøj Nielsen og Niels Hemmingsen Schovsbo i 1997, bliver den Skandinaviske Alunskifers karakteristika og anvendelseshistorie gennemgået. Oplysningerne nedenfor stammer fra denne rapport. Den geologiske baggrund for fordeling af uran i Alunskiferen er yderligere beskrevet i den videnskabelige afhandling: af Niels H. Schovsbo "Uranium enrichment shorewards in black shales: A case study from the Scandinavian Alum Shale" trykt i 'GFF' 124, side 107-115.

Af artiklen "Alun Skiferen i Skandinavien" fremgår det blandt andet, at Alunskiferen i sammenligning med andre sorte skifre (skifre med et højt indhold af organisk materiale), har de største uranberigelser i nogen kendt sort skifer. Lag i Alunskiferen med

højt indhold af fast organisk materiale er ofte associeret med unormalt høje koncentrationer af uran.

Uranindholdet i Alunskiferen varierer både dybdemæssigt og regionalt, og de største uranberigelser findes i øvre kambriske lag i Billingen området i Västergötland i det vestlige Sverige, hvor uranindholdet i skiferen når værdier på 200 til 500 ppm, dvs. op til 500 gram per ton Alunskifer, mens kolmnoduler (centimeter-store, sorte kul lignende legemer eller lag bestående af kompakt strukturløst organisk materiale) i samme zone kan indeholde op til 7000 ppm uran. Disse værdier svarer til en berigelse på 10 til 1000 gange sammenlignet med andre sorte skifre. I andre niveauer af Alunskiferen er uranindholdet lavere, men stadig markant beriget.

Et af urans datterprodukter (et radioaktivt stofs henfaldsprodukt), radium var tilstrækkelig stort i kolmnoduler til at begynde en forsøgsbrydning på Billingens nordspids i 1909-1915. Radium var dengang den vigtigste radioaktive strålingskilde og blev blandt andet benyttet til medicinsk behandling af kræftsygdomme. Kolmnoduler optræder i øvre kambriske lag i Västergötland, Östergötland og Närke.

Interessen for Alunskiferen som grundlag for uran produktion blev aktuel i forbindelse med Sveriges atomkraftprogram i 1960-70'erne. Et fuldskala-pilotanlæg til udvinding af uran og andre metaller fra Alunskiferen blev anlagt i et område ved Sydbillingen. Brydningen fandt sted dels i dagbrud, dels i minegange og produktionen skulle ligge på 120 tons årligt når anlægget var fuldt udbygget. Folkelig modstand og faldende priser på verdensmarkedet resulterede i at produktionen blev stoppet i 1970'erne, og værket blev endelig lukket i 1984.

\*ppm (parts per million). Hvis der er et indhold på eksempelvis 100 ppm i et interval i Alunskiferen, svarer det til et indhold på 100 gram per ton Alunskifer.

Med venlig hilsen

Martin Lidegaard