

Det fjärde nordiska
radioekologiska seminariet
Gol 27 feb - 1 mars 1985

MÄTNING AV NATURLIG RADIOAKTIVITET I TORVASKA

Jorma Suomela, Statens strålskyddsinstitut, Stockholm

INLEDNING

I samband med den ökande brytningen av torv och dess användning som bränsle har man närmare börjat studera de miljökonsekvenser detta kan medföra (1). En av de saker man uppmärksammat är torvens förmåga att anrika naturlig radioaktivitet. Det är då i första hand uran i torvmossor man undersökt (2).

Vid förbränning av torv i anläggningar för värme- och kraftproduktion går en del av det radioaktiva materialet ut i luften, en del uppsamlas i anläggningens filter och en del blir kvar i bottenaskan (3). Höga halter av radioaktiva ämnen i askan kan medföra strålskyddsproblem vid hantering och deponering av avfallet. Vid strålskyddsinstitutet har vi därför gjort en del mätningar av halten radioaktiva ämnen i aska från torvförbränning. Mätningarnas syfte var främst att se om det enkelt går att göra denna typ av kontrollmätningar.

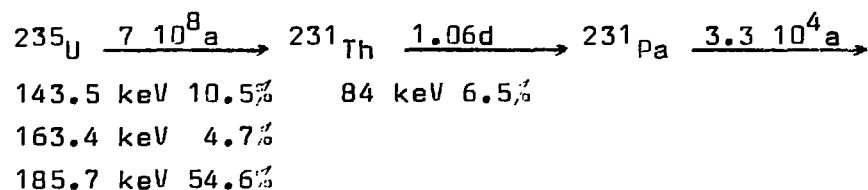
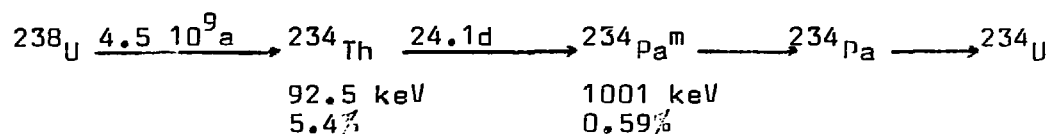
ANALYS- OCH MÄTMETODER

Som mätgeometri valdes den för omgivningsprover standardiserade geometrin med en 65 ml:s Cerboburk placerad direkt på en Ge(Li)-detektor, ansluten till ett Nuclear Data 6600 mätatorsystem (Bilaga 1). Utrustningen är kalibrerad inom området 80-1800 keV. Till kalibrering, för mätning av uran, användes uranoxid i pulverform. Uranoxiden blandades homogent med cirka 50 gram socker, så att mätburkarna helt fylldes. I tabell 1 visas aktivitetsinnehållet i naturligt och till 2.5% anrikat uran.

Tabell 1: Aktivitetsinnehåll i uran

Nuklid	Aktivitet i kBq per gram	
	Naturligt uran	Uran med 2.5% anrikningsgrad
U-234	12.4	43.5
U-235	0.564	1.98
U-238	12.2	12.0

Uran-234 är mycket svår mäta gammaspektrometriskt (121 keV, 0.04%) medan däremot de båda andra uranisotoperna har gammalinjer som gör bestämning möjlig.



I tabell 2 redovisas mätresultaten på prover av uranoxid. Effektivitetskurvan som använts, är densamma som används för denna geometri vid mätning på omgivningsprover från de svenska kärnkraftverken.

Tabell 2: Mätning på uranprover

Prov	Nuklid	Energi keV	ABN %	Aktivitet kBq/g
Uran anrikat till 2.5%	U-238	92.5	5.4	13.0
	U-238	1001	0.59	17.5
	U-235	143.8	10.5	1.7
	U-235	163.4	4.7	1.8
	U-235	185.7	54	2.1
Naturligt uran	U-238	92.5	5.4	11.1
	U-238	1001	0.59	17.8
	U-235	143.8	10.5	0.55
	U-235	163.4	4.7	0.58
	U-235	185.7	54	0.56

Av tabellen framgår att det vid bestämning av U-235 är fullt tillfredställande överensstämmelse mellan mätningarna på de olika gammalinjerna. Vid bestämning av U-238 avviker däremot mätningarna på 1001 keV avsevärt från det förväntade resultatet. Det går även att identifiera och kvantitativt bestämma olika uranisotoper genom alfaspektrometriska mätningar.

Tabell 3: Uranisotopernas alfa-energier

Isotop	alfa-energi Mev
U-234	4.77(72%), 4.72(28%)
U-235	4.40(57%), 4.37(18%), 4.22(5.7%)
U-238	4.20(77%), 4.15(23%)

För tillverkning av preparat lämpliga för alfaspektrometri, löstes pulver av naturligt uranoxid i salpetersyra. Lösningen späddes så den innehöll 4.24 microgram uran per milliliter. På lösningen gjordes 4 elektrodeponeringar (1 ml/prov) av uran på rostfria skivor enligt en metod beskriven i bilaga 2 och rapporten SSI:1977-21.

Proverna mättes med en ytbarriärdetektor ansluten till ett Nuclear Data 6600 mättdatorsystem. Räkneeffektiviteten var 30 procent och med antagandet att utbytet vid elektrodeponeringen var 92 procent (SSI:1977-21) erhöles följande resultat.

Tabell 4: Alfaspektrometrisk bestämning av uraninnehållet

Isoton	Aktivitet i kBq/g naturligt uran
U-234	11.7 ± 0.6 ($s_{\bar{x}}$ medelvärdets standardfel)
U-238	11.9 ± 0.6 ($s_{\bar{x}}$ medelvärdets standardfel)

Bestämningen av mängden U-238 genom alfamätning och gammamätning på linjen vid 92.5 keV stämmer väl överens med angivna värden i tabell 1. Vid de fortsatta mätningarna på omgivningsprover har därför en korrigerad abundance på 0.86% använts för Pa-234m:s gammalinje vid 1001 keV.

Om någon av döttrarna i ett seriesönderfall är i gasform, kan fullständig radioaktiv jämvikt aldrig uppnås i de plastburkar vi använder. Tidigare jämförelsemätningar, för bestämning av Ra-226, med IAEA och WHO har dock visat att avvikelser understiger 20 procent. Som enstaka kontrollmätning för strålskyddsändamål måste den noggrannheten anses fullt tillfredställande. Halten Ra-226 bestämdes därför som medelvärdet av aktiviteten vid mätning på gammalinjerna 295.2 keV, 351.9 keV, 609.3 keV, 1120 keV och 1764 keV.

RESULTAT

Inom ramen för projektet "Torv hälsa och miljö" har strålskydds-institutet från Statens geotekniska institut fått prover på flyg- och bottenaska från fem anläggningar för torvförbränning. Halterna av radioaktiva ämnen i dessa prover redovisas i tabell 5.

Tabell 5: Radioaktivitet i flyg- och bottenaska

Anläggning	Effekt MW	Asktyp	Aktivitet i Bq/kg torrsvikt				
			K-40	Cs-137	Ra-226	U-235	U-238
Avesta Västermyren	20	flyg	310	470	>130	n	300
Chalmers Ringsmosse	20	flyg	150	280	>180	n	n
Sandviken Skrottpmyren	15	flyg	300	340	>140	n	300
Surahammar Toftsmosse	5	flyg	390	470	>310	40	900
Umeå Röjnoret	50	flyg	250	150	>110	n	n
Surahammar Toftsmosse	5	botten	370	390	>300	20	900
Umeå Röjnoret	50	botten	180	120	>100	n	n

Vid en mättid på 15 timmar är n = 20 för U-235 och 300 för U-238 vid mätning på 143,8 respektive 1001 keV.

Jämför man våra mätresultat med motsvarande mätningar i Finland så verkar uran- och radiumhalterna vara högre i de svenska proverna. Halterna av cesium och radium är ungefär lika i både flyg- och bottenaska från samma anläggning. Detta är inte fallet vid de finska kraftvärmeverken, där dessa radionuklider uppenbarligen anrikas i flygaskan (3).

REFERENSER

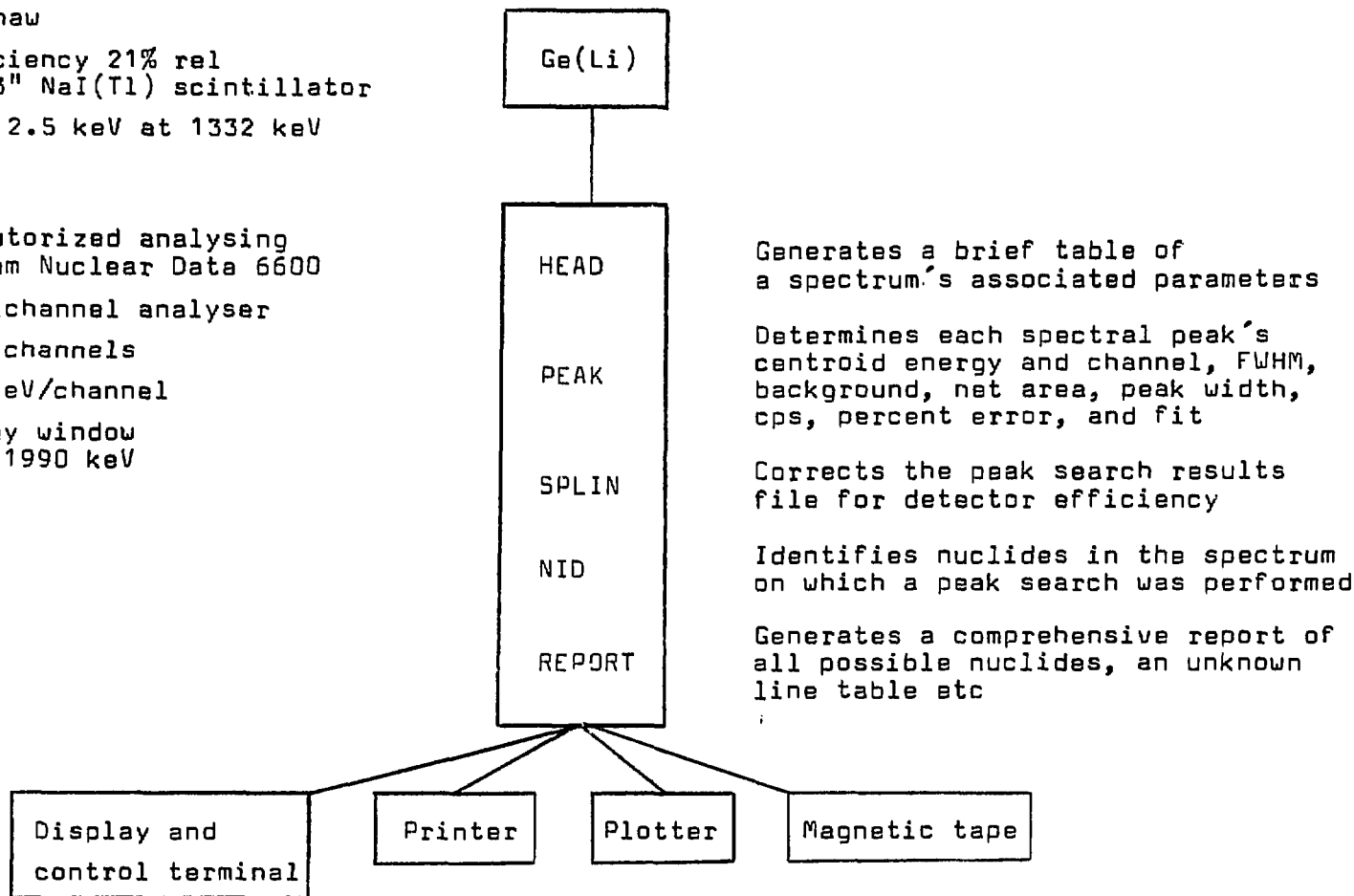
1. Projektet "Torv hälsa och miljö" statlig utredning tillsatt sommaren 1984.
2. Inom ramen för projektet "Torv hälsa miljö" har Sveriges Geologiska Undersökningar (S.G.U.) gjort mätningar av uran på prover från 160 torvmossar i Sverige.
3. Raimo Mustonen ja Kari Sinkko: "Polttoturpeen ja kivihiilen sekä niiden palamistuotteiden radioaktiivisuus" STL-B-36

GAMMA MEASUREMENT AND ANALYSIS SYSTEM

Harshaw

Efficiency 21% rel
 3"x 3" NaI(Tl) scintillator
 FWHM 2.5 keV at 1332 keV

Computerized analysing
 system Nuclear Data 6600
 Multichannel analyser
 4096 channels
 0.5 keV/channel
 energy window
 71 - 1990 keV



Generates a brief table of a spectrum's associated parameters

Determines each spectral peak's centroid energy and channel, FWHM, background, net area, peak width, cps, percent error, and fit

Corrects the peak search results file for detector efficiency

Identifies nuclides in the spectrum on which a peak search was performed

Generates a comprehensive report of all possible nuclides, an unknown line table etc

EFFICIENCY FILES
 Marinelli
 Filter
 Beaker
 Amer
 Point
 Radon
 Test

ELEKTROLYS

Anod Pt-tråd, katod rostfria polerade skivor 16 mm:s diameter.
 Elektrolyslösning: 20 ml 6M HNO_3 + 13 ml 6M NH_3 soödes med destillerat vatten till 500ml och pH justeras till 1.03.

1. Indunsta provlösningen till torrhet
2. Lös indunstningsresten i 2 ml 14M HNO_3 och indunsta på nytt till torrhet.
3. Lös i 7.5 ml el-lösning och värm till kokning under urglas
4. Låt provet svalna
5. Koka den rostfria skivan i etanol 2 gånger och montera den på plats i elektrolyskärlet
6. Håll i provet och skölj ur bägaren med 2.5 ml el-lösning
7. Kör elektrodeponeringen vid 450 mA i 80 min
8. Sänk strömstyrkan till 200 mA och tillsätt 1 ml 6M NaOH
9. Låt strömmen vara på ytterligare 0.5 min, taq ut provskivan och skölj den med dest. vatten och etanol. Låt skivan torka på ett filterpapper.

Utbyte plutonium vid strömstyrka 450 mA

Elektrolystid min	Utbyte procent	
25	56 ± 8	medelvärdets standardfel vid fyra olika analyser
75	92 ± 5	
150	98 ± 3	