

Nøytronaktiveringsanalyse av et blysegl.

A. C. Pappas og Ø. Scheidemann
Kjemisk institutt, Universitetet i Oslo

1. Innledning

Sommeren 1975 ble det i Norsk Sjøfartsmuseums regi utført undersøkelser av et gammelt skipsvrak utenfor Bamble i Telemark. Forliset er datert til mest sannsynlig tidlig på 1600-tallet. Blant de gjenstandene som ble tatt opp, var også et blysegl med Hosebåndsordenens* insignia. Av andre funn på stedet ble det slått fast at seglet sannsynligvis var benyttet som en garanti på finere tekstiler.

Ved en undersøkelse av seglets overflate, ble det påvist flere partier, størrelsesorden 10^{-3} cm², av et gult belegg. En nærliggende tanke var at dette kunne være rester av bladgull som tidligere hadde dekket hele blyseglet. Bruken av bladgull er konstatert i andre funn fra denne tidsperioden. For eventuelt å bekrefte denne antagelsen ble Avdeling for Kjernekjemi ved Universitetet i Oslo kontaktet. Vi foreslo at den enkleste fremgangsmåten ville være en nøytronaktiveringsanalyse.

2. HVA ER NØYTRONAKTIVERINGSANALYSE?

Siden nøytronaktiveringsanalyse må antas å være relativt ukjent for de fleste, skal det her gis en enkel forklaring av metoden.

I motsetning til de fleste andre analysemetoder, er nøytronaktiveringsanalysen basert på egenskapene til selve atomkjernen istedenfor egenskapene til

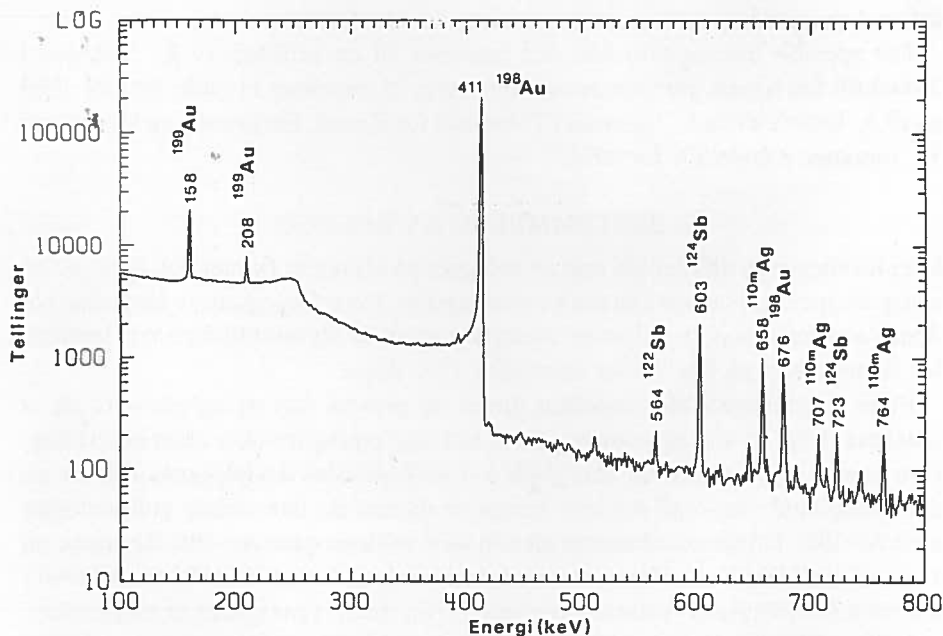
*) Hosebåndsordenen (The most Noble Order of the Garter) ble stiftet i 1348 av den engelske kongen Edvard III. Den regnes som verdens mest fornemme orden og ble gitt til regjerende fyrster og høyadelige ned til jarler.

forsøket avgjøres om det er tale om en gull/sølv legering eller om sølvet stammer fra små deler av blyseglet som kan ha fulgt med under bestrålingen. Antimon aktiviteten antas å stamme fra små glasspartikler som har fulgt med prøven etter åpningen av ampullen. Fra tidligere målinger er det påvist antimon i disse ampullene. En kan imidlertid ikke se helt bort i fra at noe antimon også kan skyldes prøven.

Et forsøk på å anslå tykkelsen av gull-belegget ble gjort ut fra den målte intensiteten og arealet på gullprøven. Til dette ble det benyttet mikroskop. Verdien på $2 \cdot 10^{-6}$ cm som vi har kommet frem til må antas å være nedre grense. Vanlig tykkelse på bladgull i dag er omlag 5 ganger større.

4. KONKLUSJON.

Antagelsen om at det omtalte blyseglet har vært dekket av gull er bekreftet. Sett i relasjon til Hosebåndordenens fornemme karakter og gull-belegget, må det anses som sannsynlig at dette skipet har fraktet tekstiler av høy kvalitet og at disse har tilhørt personer av en høy adelig rang.



Gamma spektrum av prøve tatt opp 3 uker etter bestråling. Topper av interesse er markert med energi (keV), massetall (A) og element (E) på følgende måte. keV AE. (Au = gull, Ag = sølv, Sb = antimon).

elektron skallene. Metoden er derfor ikke bare spesifikk for et element, men for hver enkelt isotop* som dette element består av.

Generelt kan vi si at vi kan foreta en bestemmelse av et stoff ved å måle den radioaktive stråling vi induserer i stoffet ved hjelp av nøytroner. Disse nøytronerne skaffer vi oss best ved hjelp av en atomreaktor. Det mest vanlige idag er å identifisere det dannede radioaktive stoffet ved hjelp av den strålingen (gamma) det sender ut. Til hjelp i dette arbeidet benyttes spesialdetektorer og analysatorer med komplisert elektronikk, ofte koblet til datamaskiner.

Av interesse ved enhver analysemetode er påvisningsgrensen. For nøytronaktiveringsanalyse er denne avhengig av flere faktorer som kjerneegenskaper, bestrålingsbetingelser og måleapparat. Størrelsesordenen kan best illustreres ved hjelp av et par eksempler. Velger vi rimelige verdier for de nevnte faktorer, er påvisningsgrensen for gull på omlag 10^{-11} gram. På den annen side er påvisningsgrensen for bly omlag 10^{-6} gram. De andre elementene ligger vanligvis mellom disse to ytterpunktene.

I tillegg til de faktorer som er nevnt over, vil tilstedeværelsen av annen radioaktivitet i prøven virke inn på grenseverdien. Dette kan medføre at det må utføres en kjemisk separasjon før målingene kan foretas.

For spesielt interesserte kan det henvises til en artikkel av E. Steinnes i Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi 25, nummer 11 (side 245) for 1965 og til A. Brunfeldt og E. Steinnes i Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi 31, nummer 9 (side 13) for 1971.

3. BESTEMMELSE AV BELEGG.

I det foreliggende tilfellet ble noe av belegget på blyseglet fjernet ved hjelp av en skarp skalpell og plassert i en ren kvartsampulle. Etter forsegling av ampullen ble denne sammen med en del annet materiale sendt til atomreaktoren ved Institutt for Atomenergi på Kjeller for bestråling i tre døgn.

Etter bestrålingen ble ampullen åpnet og prøven tatt ut og plassert på et tellekort. I fig. er vist et gammaspekter tatt opp omlag tre uker etter bestråling. Den sterke toppen med en energi på 411 keV skyldes desintegrasjonen av en gullisotop med massetall $A=198$. Denne er dannet fra den stabile gull-isotopen med $A=197$. Toppen med energi på 676 keV skyldes også $A=198$. Toppene på 158 keV og 208 keV skyldes at noe av det dannede gull med $A=198$ har gått over i gull med $A=199$. Reaksjonssannsynligheten for denne reaksjonen er meget stor.

I tillegg til gull er det også påvist aktivitet som skyldes sølv og antimon. Sølvet tilsvarer en vektmengde på omlag 3 % av gullet. Det kan ikke ut fra dette

*) Atomkjerner med samme antall protoner (kjerneladning), men med forskjellig antall nøytroner, kalles for isotoper.