

# Kartlegging av sporelementer i norske vassdrag ved hjelp av aktiveringsanalyse

Av dr. philos. Eiliv Steinnes

Eiliv Steinnes er ansatt som seksjonsleder ved Institutt for Atomenergi, Kjeller. Han er cand.-real (1963) og dr. philos. (1972) fra Universitetet i Oslo.

## Innledning.

Undersøkelser av ferskvannskilder med hensyn til elementer og forbindelser som normalt er til stede i meget lave konsentrasjoner, har i den senere tid fått et stadig større omfang. Dette har i første rekke sammenheng med studier av forurensninger, men gjelder også registrering av naturlige bakgrunnsnivåer for et stadig økende antall komponenter. Betydelig arbeid er nedlagt ved flere norske forskningsinstitusjoner for å utvikle tilstrekkelig følsomme og pålitelige analysemetoder i denne forbindelse.

En analyseteknikk som burde være meget vel egnet for bestemmelse av sporelementer i vann, men som hittil har funnet begrenset anvendelse i vårt land innenfor dette feltet, er neutronaktiveringsanalyse. Følgende grunner taler for en mer utstrakt bruk av denne metoden:

1. Aktiviseringsanalyse viser meget høy følsomhet for en lang rekke elementer. Ved bestråling i reak-

toren JEEP II på Kjeller kan mer enn 50 elementer bestemmes i vann i konsentrasjoner på under 1  $\mu\text{g/liter}$ , uten noen form for oppkonsentrering. For enkelte elementer ligger påvisningsgrensen 100—1000 ganger lavere.

2. Den senere tids utvikling for registrering av  $\gamma$ -stråling har i vesentlig grad øket mulighetene for bestemmelse av et stort antall elementer samtidig ved en enkel fremgangsmåte. Omkostningene pr. element behøver derfor ikke bli særlig høye.
3. Faren for kontaminering av prøven er mindre enn ved de fleste andre analysemetoder. Når prøven er bestrålt, er de radioaktive atomer som analysen bygger på, allerede dannet. Man kan derfor, om det skulle være nødvendig for å fjerne forstyrrende komponenter, foreta kjemiske separasjoner etter bestrålingen uten at blindverdier fra reagenser vil influere på resultatene.

Med bakgrunn i disse fakta ble det i 1971 startet et program ved Institutt for Atomenergi for å studere nærmere aktiveringsanalysens plass i det totale bildet når det gjelder bestemmelse av sporelementer i vann. To hovedfagstudenter fra Avdeling for kjernekjemi ved Universitetet i Oslo har stått for storparten av det arbeid som hittil er utført. Siktemålet med arbeidet har i første rekke vært å utvikle enkle og lite arbeidskrevende metoder for bestemmelse av et større antall elementer i de konsentrasjoner de forekommer i naturlig vann. For at undersøkelsen på et tidlig stadium også skulle ha et perspektiv ut over det rent analytiske, ble det etablert et samarbeid med Norsk institutt for vannforskning. Etter forslag fra NIVA ble det besluttet å bruke prøver innsamlet i forbindelse med Den internasjonale hydrologiske dekadens som materiale ved undersøkelsen. Dette gjelder prøver fra 11 forskjellige norske vassdrag.

#### **Kort beskrivelse av prosjektet.**

Innsamling av prøver har foregått parallelt med NIVA's opplegg. Prøvene er lagret på 1-liters polyetylenflasker tilsatt salpetersyre til en konsentrasjon av 0,1 M for å redusere adsorpsjonseffekter. Blindverdiene fra syren er kontrollert og i de fleste tilfelle funnet å være av liten betydning. Forut for analyse er flaskene blitt ristet og deretter latt stå i 24 timer før uttak. Prøvene er ikke blitt filtrert. Det volum som er tatt ut for analyse er vanligvis 5 ml, som er dekantert over på en ampulle av kvarts for bestråling.

Det analytiske arbeid har foregått etter 2 forskjellige prinsipper:

- a) Instrumentell analyse. Her registreres  $\gamma$ -energispektret fra den bestrålte vannprøven direkte ved hjelp av et halvlederdetektor-system koblet til en pulshøydeanalysetor. Måledataene tas ut på hullbånd og kvantitative resultater beregnes ved hjelp av et EDB-program. Dette arbeidet er utført av cand.mag. Brit Salbu.
- b) Innføring av radiokjemisk separasjoner. Dette er aktuelt for visse elementer som vanligvis ikke kan registreres ved den rent instrumentelle varianten på grunn av forstyrrende aktivitet fra andre elementer i prøven. Spesifikke metoder er utviklet for et begrenset antall elementer, hvorav her skal nevnes arsen, kadmium, molybden og uran. Cand.mag. Kåre Lenvik har tatt hånd om denne delen av arbeidet.

Det er kanskje den instrumentelle analysen kombinert med elektronisk databehandling som representerer de mest lovende perspektiver for videre undersøkelser, sett fra den analytisk-kjemiske siden. Metoden er lite arbeidskrevende og gir data for en lang rekke elementer. For de prøver som er analysert, har man kunnet bestemme 25 elementer kvantitativt i de fleste tilfelle. Dette gjelder Na, Mg, Al, Cl, K, Ca, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Br, I, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Dy, Au, Hg. I tillegg har man søkt etter 15 andre elementer som enten er påvist mer sporadisk eller er tilstede i lavere konsentra-

sjoner enn de aktuelle påvisningsgrenser.

Det arbeid som er utført for å utvikle spesifikke radiokjemiske metoder vil imidlertid også kunne bli til stor framtidig nytte, spesielt på grunn av de lave påvisningsgrenser man har oppnådd for enkelte elementer. For arsen er det f.eks. mulig å bestemme konsentrasjoner ned til 0,01  $\mu\text{g/l}$ , noe som er vesentlig lavere enn det man kan oppnå med andre eksisterende metoder, og tilstrekkelig til å ta hånd om de naturlige forekommende konsentrasjoner av dette elementet. Tilsvarende betraktninger gjelder for elementer som kobolt og uran.

#### Resultater.

Analysene av det hittil innsamlede materiale er fullført, og resultatene er under bearbeidelse. Spesielle data-behandlingsmetoder er utviklet for å studere konsentrasjonsvariasjoner over tid og geografisk fordeling av de forskjellige elementene. Det er imidlertid ennå noe tidlig å gi en endelig presentasjon av resultatene. Vi skal her som et eksempel nøye oss med å referere de observerte kon-

sentrasjonsintervaller for noen av elementene ( $\mu\text{g/l}$ ):

|     |        |        |
|-----|--------|--------|
| Al: | 36     | — 950  |
| As: | 0,020  | — 1,29 |
| Ba: | 4,0    | — 26   |
| Cd: | < 0,03 | — 0,86 |
| Co: | 0,043  | — 0,94 |
| Cr: | 0,56   | — 3,5  |
| La: | 0,17   | — 3,5  |
| Mo: | 0,1    | — 1,8  |
| U:  | 0,026  | — 1,02 |
| V:  | 0,15   | — 1,7  |

De registrerte data vil sannsynligvis representere et verdifullt bidrag når det gjelder kjennskap til naturlige bakgrunnsverdier i norske vassdrag og dermed gi et bedre grunnlag for vurdering av hva som eventuelt er å betrakte som forurensninger. Resultatene vil også kunne gi bidrag til en bedre forståelse av elementenes geokjemiske kretsløp. Forfatteren og hans medarbeidere har videre det håp at det arbeid som er nedlagt, kan bidra til at flere forskere og institusjoner som arbeider med oppgaver innenfor vannsektoren blir oppmerksom på de muligheter neutronaktivitetsanalysen representerer ved analyse av vann.