

NOVANA

Teknisk anvisning for marin overvågning

5.3 ^{210}Pb datering af sediment

Henrik Fossing
Finn Adser
Afdeling for Marin Økologi

Miljøministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

Indhold

5.3	²¹⁰Pb datering af sediment	5.3-3
5.3.1	Formål	5.3-3
5.3.2	Kriterier	5.3-3
5.3.3	Principper	5.3-3
5.3.4	Prøvetagning	5.3-5
5.3.5	Analysemetoder	5.3-5
5.3.6	Kvalitetssikring	5.3-6
5.3.7	Dataindberetning	5.3-6
5.3.8	Referencer	5.3-7
5.3.9	Appendiks 1	5.3-8
5.3.10	Appendiks 2	5.3-9

5.3 ^{210}Pb datering af sediment

5.3.1 Formål

Der er to formål med at måle på radioaktive isotopers aktivitet i sedimentsøjler:

- at bestemme sedimentets alder og akkumulationsraten vha. modelberegning.
- at undersøge om sedimentet er forstyrret af fx bioturbation. Normalt vil det være de øverste lag af sedimentet, der er forstyrret. Afhængig af graden af forstyrrelse vil dybdeprofilen af ^{210}Pb aktiviteten ikke aftage i den forstyrrede zone (*Figur 5.3.2B*).

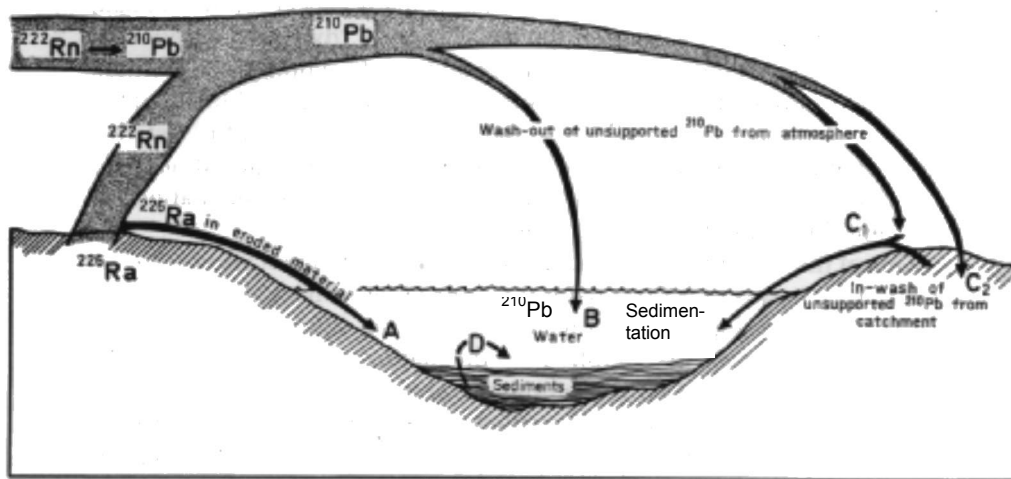
5.3.2 Kriterier

For fastlæggelse af stationer henvises til teknisk anvisning vedrørende sedimentstationer (miljøskadelige stoffer og næringsstoffer).

5.3.3 Principper

Det er ofte vigtigt, at man kender til sedimentationsrater og sedimentforstyrrelser i akvatiske områder. Det giver informationer om akkumulationshastigheder, alder og post-depositionel mobilisering af sedimentet. Radioaktive isotoper er anvendelige, når man skal undersøge de nævnte forhold. Radioaktive isotoper har den egenskab, at de henfalder. Hvis der ikke tilføres yderligere isotopmateriale, vil mængden mindskes eksponentielt med tiden og være udtryk for sedimentets alder. Henfaldstiden ($T_{1/2}$) varierer fra millisekunder til millioner af år, for ^{210}Pb er den 22,3 år.

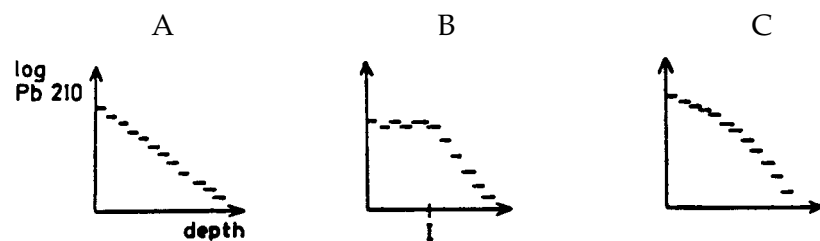
I sedimentet akkumuleres radioaktive isotoper, heriblandt ^{210}Pb . Der er to kilder til ^{210}Pb i sedimentet: den atmosfæriske tilførsel (unsupported ^{210}Pb) og in situ produktionen i sedimentet (supported ^{210}Pb). ^{210}Pb er et produkt fra ^{238}U henfaldsserien og dannes ved, at ^{226}Ra henfalder til gassen ^{222}Rn , som igen henfalder til ^{210}Pb (^{222}Rn , $T_{1/2}=3,8$ dage). Da ^{222}Rn er en gas, kan den undslippe jordens overflade og henfalde i atmosfæren. En del af ^{210}Pb i atmosfæren vil med tiden akkumuleres i sedimentet. Den del af ^{222}Rn , der ikke undslipper til atmosfæren, henfalder bl.a. i sediment. Unsupported ^{210}Pb kan tilføres sedimentet direkte fra atmosfæren, fra udvaskning og ved resuspension. Det er vigtigt at kunne beregne mængden af de to kilder (supported og unsupported), når man skal datere sediment, idet kun mængden af unsupported ^{210}Pb danner baggrund for de efterfølgende beregninger (*Oldfield & Appleby 1984*).



Figur 5.3.1 Forskellige ruter for akkumulering af ^{210}Pb . (fra Oldfield & Appleby 1984).

Ved at måle aktiviteten af unsupported ^{210}Pb i forskellige dybder i sedimentsøjlen kan man estimere sedimentets alder og sedimentationsrate. Dette gøres med forskellige modeller, hvoraf de mest brugte er Constant Initial Concentration (C.I.C.) og Constant Rate of Supply (C.R.S.) (Appleby og Oldfield, 1983).

C.I.C.-modellen antager, at ^{210}Pb akkumuleres i sedimentet ved forinden at være adsorberet til partikler, og at koncentrationen af ^{210}Pb i det øverste sedimentlag er konstant med tiden. Ændringer i sedimentationsraten antages derfor at medføre en ligefrem proportional ændring i ^{210}Pb akkumulering. C.R.S.-modellen antager derimod, at akkumuleringen af ^{210}Pb er konstant, og man derfor vil observere en ændring i aktiviteten (koncentrationen) af ^{210}Pb , hvis sedimentationsraten ændres.



Figur 5.3.2 ^{210}Pb dybdeprofiler. A: uforstyrret akkumulering, B: forstyrret akkumulering i den øverste del og C: gradvis stigning af akkumuleret tørstof (fra Jensen & Larsen 1998).

Dateringen foregår vha. γ -spektroskopi, der måler isotop aktiviteten. Sedimentets alder og akkumulationsrate beregnes fra model, derudover bestemmes graden af sedimentforstyrrelser. Afhængig af de lokale forhold benyttes den model, der er bedst egnet, og valg af model noteres. Man måler indirekte ^{210}Pb koncentrationen ved at måle på ^{210}Po isotopen, der antages at være i ligevægt med ^{210}Pb .

På grundlag af den udførte datering kan der foretages modelberegning over den udtagne sedimentprøves følsomhed til at beskrive eventuelle ændringer i tilførslerne af forurenede stoffer til sedimentet.

Analyse med γ -spektroskopi er en destruktiv metode, og materialet kan ikke genanvendes. En prøve af tørret sediment (ca. 0,5 g) nedbrydes med HCl og HNO₃, herved kan ²¹⁰Po afsættes på en sølvplade under opvarmning. Aktiviteten af ²¹⁰Po måles, målingen kalibreres med en ²¹⁰Pb standard og ²¹⁰Pb aktiviteten beregnes. De målte aktiviteter omregnes til akkumulationsrater og eventuelle sedimentforstyrrelser.

5.3.4 Prøvetagning

1. Der indsamles én separat sedimentsøjle til isotopmåling ved udvalgte stationer. Sedimentsøjlen indsamles første gang, der tages prøver til andre undersøgelser (næringssalte og/eller miljøfremmede stoffer). En velegnet prøve til datering skal helst have et glødetab på 5-10% eller mere, idet dette erfaringsmæssigt forøger chancerne for en god datering. Sedimentprøver med glødetab under 5% kan være vanskelige at datere med et tilfredsstillende resultat.
2. Sedimentsøjlen udtages med en Haps, Kajak eller lignende sedimenthenter (min. diameter på 8 cm). Det vigtigste er, at man kan udtage en uforstyrret sedimentkerne med en længde på min. 25 cm (gerne længere), og at man senere kan udskære denne kerne i 1-cm intervaller. Længden af søjlen er afgørende for at kunne bestemme den unsupported ²¹⁰Pb mængde. Noter de relevante data på vedlagt skema.
3. Under prøvetagningen er det vigtigt, at man får det øverste lag af sedimentet med (ofte lysere brunt), og at sedimenthenteren går lodret ned igennem sedimentet (kontroller hældningen på sedimentovefladen). Det øverste lag indeholder det sidst akkumulerede materiale, og ofte den højeste ²¹⁰Pb aktivitet.

5.3.5 Analysemetoder

1. Sedimentsøjlen udskæres bedst på stedet, hvis det er muligt, eller transporteres tilbage til laboratoriet. Mål længden af søjlen og noter dette. Endvidere laves en beskrivelse af sedimentkernens udseende (farve, kornstørrelse m.m.) på vedlagte skema. Søjlen opbevares i kølerum indtil opskæring.
2. Sedimentsøjlen opskæres i 1-cm intervaller.
3. Afhængig af tørringsmetode (frysetørring foretrækkes ellers ovntørring ved 105°C) fordeles delprøverne i afvejede plastikposer eller lign. eller i aluminiumsforme, og den samlede vægt (beholder

og sediment) noteres. Frysetørring foretrækkes, da det er lettere at udtage delprøverne til den senere isotopmåling.

4. Prøverne tørres, og tørvægt samt tørvægts-% noteres på vedlagte skema, således at densiteten af tørret materiale kan beregnes.
5. De tørrede prøver sendes til dateringslaboratoriet, der foretager dateringen. Desuden fremsendes sedimentbeskrivelsen sammen med tørstof-% af de enkelte snit ned igennem sedimentsøjlen til dateringslaboratoriet.
6. Isotopaktiviteten måles vha. γ -spektroskopi (kan også måles vha. γ -spektroskopi). Sedimentets alder og akkumulationsrate beregnes, derudover bestemmes graden af eventuelle sedimentforstyrrelser. Dateringslaboratoriet bestemmer, hvilken model der er bedst egnet for hver enkelt station. Desuden foretages en modelberegning over den udtagne sedimentprøves følsomhed til at beskrive eventuelle ændringer i tilførslerne af forurenede stoffer til sedimentet. Resultaterne præsenteres i en kort rapport og fremsendes til klienten.

5.3.6 Kvalitetssikring

Følgende punkter beskriver kort de mulige fejlkilder der kan være.

Sedimentforstyrrelser

Hvis sedimentet er forstyrret, kan det give problemer for dateringen af sedimentet. Ud fra ^{210}Pb resultaterne er det muligt at beregne størrelsen af sedimentforstyrrelserne (Jensen & Larsen 1998). Det antages, at de forhold, der forårsager forstyrrelser af ^{210}Pb akkumuleringen, også forårsager forstyrrelser af akkumulering af andre parametre.

Sedimentsøjlenes længde

Længden af sedimentsøjlen kan være kritisk. I områder med høj sedimentationsrate kræver det en længere søjle for at nå det interval, hvor unsupported ^{210}Pb aktiviteten er nul. Normalt vil en sedimentsøjle på 25 cm være tilstrækkelig.

Brug af modeller

Modeller, der bruges til bestemmelse af alder og akkumulationsrate, er behæftet med en vis usikkerhed. Hvilken model, der bedst beskriver sedimentakkumuleringen, varierer fra område til område. Den beregnede akkumulering er et modelestimat og kan naturligvis afvige fra den reelle sedimentakkumulationsrate.

5.3.7 Dataindberetning

Følgende data indberettes:

Stationsoplysninger (som sædvanligt)

Prøveoplysninger

Dateringslaboratoriet

Model (fx C.R.S.)

Prøvetagningsudstyr (Haps, Kajak el. lign.)

Visuel beskrivelse

Søjlelængde

Antal opskårede 1-cm intervaller.

Analyseresultat

Akkumuleringsrate ($\text{g}/\text{m}^2/\text{år}$)

Standardafvigelse

Dybde med forstyrrelse (cm)

Målingens kvalitet (skala fra 1-3, hvor 1 er det bedste)

5.3.8 Referencer

Appleby, P.G. & Oldfield, F. 1983: The assessment of ^{210}Pb data from sites with varying accumulation rates. – *Hydrobiologia* 103: 29-35.

Jensen, A. & Larsen, B. 1998: Models used in connection with ^{210}Pb -dating of sediment cores from Gulf of Riga. Nordic Environmental Research Programme.

Oldfield, F & Appleby, P.G. 1984: Empirical testing of ^{210}Pb -dating models for lake sediments. – In: Haworth, E.Y. & Lund, J.W.G. (Eds.); *Lake sediments and environmental history*. Leic. Univ. Press, Leicester, pp. 93-124.

