

Programområde:

Kust och Hav

Undersökningstyp:

**Sediment
basundersökning**

Mål och syfte

Data från denna undersökningstyp är användbara främst som hjälpvariabler till mjukbottenfauna- och miljögiftsundersökningar.

1. Trendövervakning - att följa tidsmässiga förändringar avseende sedimentkvalitetsvariabler och innehåll av kemiska substanser i ytsediment. En variant av trendövervakning är att utföra retrospektiva studier av ytliga och djupare liggande sediment med syfte att bedöma den nuvarande miljösituationen. Detta omfattar normalt identifiering av bakgrundskoncentrationer i sedimentprofiler.
2. Kartering - att kartera den rumsliga fördelningen av kemiska substanser i ytsediment med syfte att identifiera områden med avvikande halter och att lokalisera källor.

Att tänka på

Sedimentprovtagning görs vanligen på ackumulationsbottnar där sedimentet ej resuspenderas och omlagras. Sådana bottnar förekommer främst i djupa områden, under vågbasen. Inomskärs där vindpåverkan normalt är liten kan ackumulationsbottnar finnas även relativt grunt.

På transportbottnar kan sedimentets struktur variera från ett tillfälle till ett annat beroende på att sedimentet resuspenderats och transporterats bort. Av denna anledning är sådana bottnar inte direkt lämpliga för miljöövervakning av sedimentet i sig, men kan väl vara ett viktigt komplement till t ex bottenfaunaprogram.

Som förklaringsvariabel till bottenfaunaprogrammet tas sedimentproverna av praktiska skäl i anslutning till bottenfaunaprovtagningen.

Redoxförhållandena ger ett mått på syretillgången i sedimentet. Vid hög belastning av organiska substanser kan syrebrist förekomma någon enstaka centimeter ned i sedimentet trots att syre finns tillgängligt i vattnet ovanför. Miljögifternas rörlighet i sedimentet påverkas i hög grad av redoxförhållandet i sedimentet (gäller främst metaller). Redoxpotentialen är därför viktigt både i bottenfauna- och miljögiftssammanhang.

Sedimentprover som tas för miljögiftsanalyser och allmänt för bestämning av vattenhalt och glödförlust bör tas i slutet av sommaren, augusti-september, för att undvika onödig variation på grund av sedimenterade fytoplankton under vår-försommar. Av samma skäl förordas att det översta provtagningsskiktet sätts till 0-2 cm. Ytterligare en anledning till att 0-2 cm bör föredras är att precisionen vid skivningen av sedimentet blir mindre exakt för 0-1 cm jämfört

Handbok för miljöövervakning
Undersökningstyp

med 0-2 cm eftersom det översta skiktet ofta har en hög vattenhalt jämfört med djupare liggande skikt.

Strategi

Det behövs uppgifter om både geografisk och tidsmässig variation för att kunna koppla eventuella förändringar i ett specifikt område till antropogen verksamhet i området. Storleken på den naturliga variationen är avgörande för möjligheterna att kunna påvisa förändringar, samt att kunna finna den nivå där de faktiska förändringarna sker. Låg varians ökar möjligheterna till korrekta slutsatser. Eftersom en viss del av variansen orsakas av valet av antalet replikat i kombination med antalet referensområden är det viktigt att inte introducera större varians än nödvändigt i samband med val av provtagningsstrategi.

Syftet med provtagningen är avgörande för vilken provtagningsstrategi som skall tillämpas. Här nämns några av de vanligaste typerna av frågeställningar som kan tänkas vara aktuella för sedimentundersökningar. I strategiavsnittet liksom i statistik-, utvärderings- och rapporteringsavsnittet används begreppet "område" i vid bemärkelse och kan utgöras av station, skärgårdsområde, eller större del av havsområde. Om sedimentprovtagningen ingår som ett komplement i ett bottenfaunaprogram används samma provtagningsstrategi för sedimentundersökningen som för bottenfaunaprogrammet. I samband med trendövervakning av bottenfaunan kan sedimentprover tas även på transportbottnar för att tjäna som förklaringsvariabel till bottenfaunadata, se undersökningstypen: 'mjukbottenfauna, trend- och områdesövervakning'. För undersökning av sediment i allmänhet eller i anslutning till miljögiftsprogram finns tre tänkbara frågeställningar.

1. **Trendövervakning:** I de fall sedimentprovtagningen syftar till att upptäcka förändringar i ett enskilt område, tas ett antal provpunkter (=replikater) varje år i området. För att kunna koppla eventuella förändringar till det undersökta området krävs även ett antal referensområden. Dessa områden skall lokaliseras väl åtskilda från det intressanta området. Resultat från sedimentundersökningar inom årliga regionala referensprogram, t ex mjukbottenfaunaövervakningen, kan lämpligen användas som referenser.
2. **Områdesjämförelse:** Vid områdesjämförelse slumpas ett antal replikat ut på olika positioner inom respektive områdes ackumulationsbottnar. När ett specifikt område skall undersökas om det avviker från ett normaltillstånd skall minst två, helst fler, referensområden inkluderas i undersökningen för att få ett mått på den naturliga variationen mellan referensområdena. Undersökningen upprepas minst två gånger för att inkludera mellanårsvariationen i undersökningen och göra tolkningen av resultaten mer tillförlitlig. Det aktuella områdets resultat jämförs med samtliga inkluderade referensområdens resultat. Replikaternas positioner slumpas ut på nytt för varje enskilt år. Uppläggningsen för jämföra områden överensstämmer i stort med vad som beskrivits för trendövervakning med enda skillnaden att undersökningen utförs under en kortare tidsperiod.
3. **Områdeskartering:** Här är inte alltid jämförelsen med referensområdena nödvändig. Däremot krävs vanligen flera replikat än vid föregående frågeställningar för att få önskad täckning av området. Stratifiering kan vara lämpligt och utformningen av denna avgörs av frågeställningen.

Statistiska aspekter

Det viktigaste med provtagningsuppläggningsen är att få en så säker skattning som möjligt av den naturliga variansen på den nivå (stations- eller områdesnivå) som är av intresse för undersökningen. Med den naturliga variansen avses här såväl geografisk som tidsmässig (mellan år) variation. Ur statistisk synvinkel krävs minst två stationer eller områden för att kunna skatta den geografiska variansen och minst lika många för den tidsmässiga variansen. Precisionen i variansskattningen ökar naturligtvis med ökat antal områden liksom möjligheten till att göra korrekta bedömningar av det intressanta området.

För trendövervakning och områdesjämförelse är principen densamma för utformning av provtagning och beräkning av antalet replikat som behövs för undersökningen. Antalet replikat inom område som behövs avgörs av variansen mellan dessa replikat, samt av variansen mellan områden. Om den oberoende variansen mellan områden över tiden är låg, $CV < 0.1$, rekommenderas att precisionen i de enskilda områdesskattningarna prioriteras, t ex genom att ta det antal replikat som krävs för att standardfelet (SE) skall utgöra ca 5% av områdesmedelvärdet. Om den oberoende variansen är högre rekommenderas att flera referensområden provtas på bekostnad av antalet replikat inom respektive område för att erhålla en säkrare skattning av den oberoende variansen mellan områden över tiden. Ett riktmärke för antalet replikat inom respektive område är 5-15 replikat.

Vad gäller karteringar är hög precision för respektive stratum önskvärd. Den precision som ofta rekommenderas i statistiklitteraturen är att standardfelet (SE) inte bör utgöra mer än ca. 5% av medelvärdet. Beräkningar av områdesmedelvärden utifrån stratifierad provtagning görs enligt Cochran (1977).

Variabler och tidsperioder

Vad skall mätas	Obligatorisk/ Frivillig	Provtagnings- frekvens / tidpunkt	Provtagnings- metod	Analysmetod
Vattenhalt i skikt 0-2 cm	Obl.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 35 - 39
Vattenhalt i skikt 2-5 cm	Friv.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 35 - 39
Vattenhalt i skikt 5-10 cm	Friv.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 35 - 39
Glödförlust i skikt 0-2 cm	Obl.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 35 - 39
Glödförlust i skikt 2-5 cm	Friv.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 35 - 39

Vad skall mätas	Obligatorisk/ Frivillig	Provtagnings- frekvens / tidpunkt	Provtagnings- metod	Analysmetod
Glödförlust i skikt 5-10 cm	Friv.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 35 - 39
Redoxförhållanden varje cm i de översta 10 cm samt i sedimentytan och 1 cm över ytan	Friv.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 41 - 50
Förekomst av svavelvätedoft	Obl.	årligen/vår el sensommar	SIS	Luktsinne
Sedimentbeskrivning (subjektiv)	Obl.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 35 - 39
Färg enligt Rock Color Chart i de olika skikt som finns i de 10 översta cm	Friv.	årligen/vår el sensommar	SIS	Dybern et al, 1976, sid 35 - 39
Färg och struktur	Friv.	årligen/vår el sensommar	SIS	Fotodokumentation, metod ej utvecklad
Kornstorlek	Friv.	årligen/vår el sensommar	SIS	IBP-handbook No 16

Metoder

Metoder för provtagning och analys av substanser i sediment ges i OSPAR Draft JAMP Sediment monitoring Guidelines (1996).

Provtagning:

Helst bör Kajak-propplod med ram (SIS norm under framtagande) eller Boxcorer användas. Rörhämtare, där önskat sedimentskikt kan avskiljas mer exakt, är att föredra jämfört med Ponarhämtare som bl a används vid miljögiftsundersökningar.

För avskiljning av önskat sedimentskikt används ett centimetergraderat förlängningsrör av samma typ som provtagningsröret. Innan förlängningsröret appliceras skjuts sedimentet upp försiktigt för att avskilja vattnet ovanför sedimentytan. Förlängningsröret appliceras sedan ovanpå provtagningsröret varefter sedimentprovet försiktigt skjuts upp till önskad nivå i förlängningsröret. Förlängningsröret förs därefter över på en platta i jämnhöjd med undersidan på förlängningsröret och sedimentet förs sedan över till lämplig förvaringsburk som märks upp och fryses tills analysen skall göras.

Analysmetoder:

Den allmänna sedimentbeskrivningen görs utifrån en okulärbesiktning av sedimentprovet. Beskrivningen bör omfatta jordart (lera, mjåla, finsand, sand, grus etc.), eventuellt inslag av konkretioner, sten, grus, varvighet, fasthet, etc. Svavelväteförekomst noteras som finns/finns ej. Vattenhalt och glödförlust bestäms enligt SM 11 o 13 version 1994. Vattenhalt och glödförlust analyseras enligt Dybern et al. (1976). Redoxpotential mäts med hjälp av den generella metoden som finns beskriven i Dybern et al. (1976), med undantag av att platinaelektroden appliceras horisontellt från sidan i sedimentproppen. För detta ändamål skall finnas förborrade hål i provtagningsröret och dessa skall ha maskerats med kraftig tejp eller isoleringsband före provtagningen. Elektroden sticks sedan in på önskat djup i sedimentproppen. Färgbeskrivning görs med hjälp av Rock Color Chart i de olika skikt som finns i de 10 översta cm. Metod för fotodokumentation av sedimentpropp kommer att utarbetas för möjlighet till mer objektiv analys av färg- och skiktförändringar. Fraktionerad kornstorleksbestämning görs med hjälp av våtsällning (IBP-handbook No 16).

Bakgrundsinformation

Vattenhalten i sedimentet kan påverkas av den bioturbation som bottenlevande djur orsakar. Det kan därför vara relevant att använda sig av bottenfaunadata som hjälpvariabler för att reducera en del av variationen i vattenhalten. I övrigt är snarare sedimentdata viktig för tolkning av resultat från andra program än det omvända.

Utvärdering

För trendövervakningen används covariansanalys (ANCOVA) med OMRÅDE som faktor och TID som covariat. Frånvaro av interaktionseffekt mellan OMRÅDE och TID tolkas som att ingen unik trendavvikelse förekommer i det område som är av intresse för undersökningen. Om interaktionseffekt förekommer görs separata regressionsanalyser för varje enskilt område, parametrisk om möjligt annars icke-parametrisk trendanalys (se Hirsch et al. (1982) och Hirsch & Slack (1984)). För områdesjämförelse görs relevant transformering av data för att uppnå homogenitet i varianserna, därefter används en trefaktorsanova med OMRÅDE (randomiserad), ÅR (fix) och TYP (fix, nivåer: "påverkad" och referensområde). Vid analysen måste beräkningen göras utifrån regressionsmetoden eftersom designen vanligen är obalanserad. Ofta ingår endast ett "påverkat" område medan flera referensområden finns tillgå. Huvudeffekten att utvärdera är faktorn TYP och dess F-värde beräknas genom att dividera variansen för TYP med variansen för interaktionstermen OMRÅDE X TYP. I frånvaro av signifikanta interaktionseffekter tolkas en signifikant effekt av faktorn TYP som att det "påverkade" området avviker från referensområdena. Inspektion av medelvärdena avgör om området avviker uppåt eller nedåt. Om en signifikant interaktionseffekt förekommer mellan OMRÅDE och TYP görs post-hoc tester för att se om och hur det påverkade området avviker från de övriga enskilda områdena. Vid stratifierad provtagning för områdeskartering kan en enfaktorsanova användas för att testa om skillnader föreligger mellan de olika strata.

Eftersom sediment basundersökning sällan kommer att vara en helt fristående undersökningstyp hänvisas programspecifika utvärderingsaspekter till den undersökningstyp där sedimentundersökningen utgör en av hjälpvariablerna. Exempel på sådana undersökningstyper är trendövervakning av bottenfauna eller miljögiftsundersökningar.

Kvalitetssäkring

Kvalitetskriterier används för varje enskilt moment från provtagning till analys och datainlagring. Vid provtagning accepteras endast prov med ingen eller endast liten störning av ytsedimentet och sedimentprovet får inte ha en lutande yta i förhållande till vertikalplanet i provtagningsröret. Resultatet följs upp och jämförs med andra likartade sedimenttyper. Om resultatet verkar rimligt godkänns provet, om det däremot är osäkert huruvida vatten läckt ut markeras resultatet som osäkert. I de fall det kan konstateras att vatten läckt ut kasseras provet. Om ett resultat i övrigt är avvikande ($> 2SD$ från medelvärdet för den sedimenttypen) markeras detta i databasen.

Rapportering, presentation

Resultaten från de statistiska analyserna utvärderas och rimligheten i utfallet bedöms utifrån den kringinformation som finns tillgänglig. Argumentationen om resultatens tillförlitlighet skall inkludera kringinformation, om sådan finns, som styrker slutsatserna. Gedigna kunskaper om ytsedimentens rörlighet och egenskaper krävs för att bedöma rimligheten i tolkningen. En mer detaljerad presentationen av resultaten ges utifrån den stratifiering som gjorts. Medelvärden och 95 % konfidensintervall presenteras för varje strata och område som ingår i undersökningen. Eventuella tidsserier presenteras grafiskt, även de med 95% konfidensintervall kring årsmedel-värdena. Vid presentation av karteringsundersökningar bör konturplottar redovisas på kartunderlag.

Om sedimentundersökningen ingår som en del i en överordnad undersökningstyp hänvisas rapporteringsaspekter till den undersökningstyp där sedimentundersökningen utgör en av hjälpvariablerna. Exempel på sådana undersökningstyper är trendövervakning av bottenfauna eller miljögiftsundersökningar. För beräkning och presentation av resultat från kornerleksanalys se IBP-handbook No 16.

Datalagring, datavärd

Sedimentdata rörande vattenhalt och glödförlust som insamlas inom det nationella mjukbottenfaunaprogrammet lagras hos Stockholms marina forskningscentrum. Det gäller även data från Länsstyrelsernas regionala program, i de fall de valt att rapportera resultaten till datavärden. Övriga sedimentdata lagras hos respektive datavärd som berörs av provtagningsprogrammet i övrigt. Datavärd för resultat från miljögiftsanalyser är Institutet för tillämpad miljöforskning vid Stockholms universitet..

Kostnadsuppskattning

Arbetstiden för provtagning och analys av ett sedimentprov inkluderande de obligatoriska variablerna är ca. 1 timme. Om redoxpotential och färg skall mätas tillkommer 20 minuter om analysen görs i samma prov som används till vattenhalt och glödförlust. Ifall ett nytt prov tas för mätning av färg och redox tillkommer ca. 40 minuter. Materialkostnaden (inkluderar avskrivning på provtagnings- och analysutrustning) för de obligatoriska variablerna är ca. 60 kr och ytterligare 40 kr för färg- och redoxmätningar (1996 års priser).

Rekommenderad litteratur

- Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques. Wiley International Edition.
- Dybern, B. I., H. Ackefors & R. Elmgren. 1976. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. BMB Publ. No. 1, 98 s.
- Hirsch, R. M. & J.R. Slack. 1984. A Nonparametric Trend Test for Seasonal Data With Serial Dependence. Water Resources Research. 20:727-732.
- Hirsch, R. M., J. R. Slack & R.A. Smith. 1982. Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data. Water Resources Research. 18:107-121.
- IBP-Handbook No 16. 1971. Methods for the study of Marine Benthos. N.A. Holme, & A.D. McIntyre (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- OSPAR. 1996. JAMP Sediment monitoring Guidelines (Draft).

Ersatt