

VERSIONSNUMMER : 2005:1
IDENTIFIKATIONSNUMMER: EMBRDEK1
SKAPAD: 2001-02-12
ANSVARIG: TOVE LUNDEBERG

Kvalitetsdeklaration för delprogrammet Embryonalutveckling hos vitmärsla, trend-och områdesövervakning

1. Beskrivning av delprogrammet, förutsättningar mm

1.1 Kort beskrivning av delprogrammet

Delprogrammet omfattar ett skärgårdsområde i egentliga Östersjön (7 kustnära stationer i Asköområdet samt 2 utsjöstationer) samt en nord-sydlig transekt i Bottenhavet (5 stationer) inkluderande dels mer kustnära stationer dels utsjöstationer. I möjligaste mån sammanfaller stationsvalet med bottenfaunaprogrammet vid SMF och UMF.

En pilotundersökning för att välja ut stationer i referensområdet utanför Askö genomfördes 1993 medan stationsvalet kompletterades med 2 utsjöstationer i Egentliga Östersjön 2001. Olika variabler har emellertid prövats och utvärderats, eller befinner sig under utvärdering, under de 10 år som programmet genomförts.

Embryonalutvecklingen hos vitmärsla (*Monoporeia affinis* och *Pontoporeia femorata*) används för att på individnivå bestämma hälsotillståndet hos två av Östersjöns viktigaste makrofaunaarter med avseende på dels biomassa, produktion samt potentiell föda för fisk och andra större evertebrater. Vitmärslans embryonalutveckling har visat sig mycket föroreningskänslig och andelen missbildade embryon speglar belastningen av kontaminanter som metaller och organiska miljögifter. Vidare har andra embryostörningar än missbildade embryon, som döda ägg och äggkullar samt outvecklade embryon visat en korrelation till sekundära eutrofieringseffekter som syrebrist och förhöjda temperaturer i vattenmassan. Delprogrammet skall alltså i första hand följa förändringar i miljötillståndet med avseende på antropogena kontaminanter men även till en viss grad kunna följa förändringar i syresituationen på bottnarna. Delprogrammet skapar tidsserier för vitmärslornas hälsotillstånd samt kemiska variabler i sediment och bottenvatten.

Provtagning sker 2 gånger i egentliga Östersjön, (september och februari) samt 1 gång i Bottenhavet (februari). I Bottenhavet och egentliga Östersjön sker registrering av vitmärslans embryonalutveckling samt organiskt kol i sediment. Variabler som analyseras är fekunditet (ägg/per hona), parasitangrepp och somitskador (synliga skador på skal och extremiteter) hos honan, % missbildade, döda samt obefruktade/outvecklade (odifferentierade) embryon och % honor med en död äggsamling i äggkammaren (marsupiet). För detaljerad beskrivning se Handboken samt bil.1 i metodreferenser. I egentliga Östersjön sker registrering av syrekonzentration i bottenvatten. För närvarande analyseras även syre i sedimentet och en utvärdering av denna variabel kommer att ske.

Resultaten inom programmet används för att producera en årlig tillståndsbeskrivning över vitmärlnas hälsotillstånd och över de sedimentrelaterade klimatvariabler som kan inverka. En översyn av programmets utformning och ingående variabler görs vart 5:e år på Naturvårdsverkets initiativ.

1.2 Undersökningar och undersökningstyper

Undersökningar	Undersökningstyper	Status undersökningstyp
Embryonalutveckling hos vitmärlna, trend och områdesövervakning	Embryonalutveckling hos Monoporeia affinis och Pontoporeia femorata	Analyserat 2004 och har rapporterats i mars 2005
Sediment, basundersökning vitmärlna	org. C i sediment	Analyserat i april 2004 rapporterats i mars 2005
Syrehalt i bottenvatten, basundersökning vitmärlna	Syrehalt i bottenvatten	Analyserat 2004 och rapporterats i mars 2005
Syrehalt i sediment, basundersökning vitmärlna	Syrehalt i sediment	Analyserat 2004 och rapporterats i mars 2005

1.3 Beställare, ansvarig utförare samt styrning och förankringsprocesser

Naturvårdsverkets miljöövervakningsenhet är beställare av delprogrammet. Ansvarig för delprogrammet är Tove Lundeberg

Tel 08-698 1611

Fax 08-698 1585

E-post tove.lundeberg@naturvardsverket.se

Utförare är ITM

Kontaktperson: Brita Sundelin, Ann-Kristin Eriksson-Wiklund

Tel 08-674 7235

Tel 08-674 7251

Fax 08-674 7638

Fax 08-674 7638

E-post brita.sundelin@itm.su.se

E-post annkristin.eriksson@itm.su.se

Delprogrammets mål och syfte har formulerats av Naturvårdsverket med avsikt att följa tillståndet i havsmiljön i enlighet med miljö kvalitetsmålen (SNV 4999).

Metodmässigt skall delprogrammet embryonalutveckling hos vitmärlna följa Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning samt Guidelines utarbetade av HELCOM/ICES.

1.4 Finansiering och kostnad

Delprogrammet finansieras till största delen inom ramen för Naturvårdsverkets miljöövervakningsanslag.

Verksamheten finansieras dock till viss del från utförande institution i form av dyrbar utrustning som stereomikroskop och bildanalysutrustning. Vidare är fartygstiden kraftigt subventionerad genom fartygsanslag från SMF och UMF.

Naturvårdsverkets anslag för delprogrammet 2005 är 460 000.

1.5 Mål och syfte

Syftet är att påvisa långsiktiga belastningsförändringar av främst metaller och organiska miljögifter genom att dokumentera biologiska effekter med hjälp av vitmärslans embryonalutveckling. Delprogrammet skall alltså i första hand följa förändringar i miljötillstånd med avseende på antropogena kontaminanter men även kunna följa förändringar i syresituationen på bottenarna.

Tillstånd och trender skall kunna redovisas för det skärgårdsområde i Trosa skärgård som utgör det primära referensområdet utanför Askölaboratoriet samt på kuststationer och i begränsad utsträckning för utsjöstationer i Bottenhavet norr om Härnösand. År 2001 skedde en utökning av undersökningsområdet i Egentliga Östersjön och två utsjöstationer på 52 respektive 77 m djup inkluderades in provtagningsområdet. Syftet är att skapa förutsättningar för ett hållbart nyttjande av havsresurserna, giftfri miljö, ett hav i balans, en levande kust och skärgård samt ingen eutrofiering.

1.6 Användare och användningsområden

Resultaten från programmet används av de marina forskningscentra SMF och UMF för att skapa en årlig tillståndsbeskrivning av havsmiljön. Tidsserierna är dessutom värdefulla som bakgrundsinformation för länstyrelser vid t.ex. recipientkontroll där vitmärslans embryonalutveckling använts vid ett flertal tillfällen.

Eftersom en del av stationerna sammanfaller med de som ingår i makrofaunaprogrammet kan tidsserierna användas för att öka förståelsen till registrerade förändringar i vitmärslans individtäthet och biomassa.

Genom att koppla samman information från olika delprogram, t.ex. produktionsdata i pelagialprogrammet, kan vi erhålla en mer sammansatt bild över miljösituationen samt få en ökad förståelse av orsakssammanhang och hur olika processer i ekosystemet styrs. Data som genereras från programmet utgör regelbundet underlag för vetenskapliga publikationer.

1.7 Uppföljning av syfte

Andelen missbildade embryon har i ett flertal studier på laboratoriet och i fält prövats som redskap för att detektera effekter av kontaminanter som metaller och organiska miljögifter. Känsligheten har befunnits vara stor i jämförelse med andra variabler hos makrofaunan som används i toxicitetsstudier, t.ex. mortalitet, biomassa, kondition (vikt/längd), tillväxt, taxonomisk struktur hos meiofaunan, befruktningssfrekvens, fekunditet (ägg per hona). Parallellt med det nationella havsprogrammet används undersökningstypens variabler i laboratoriestudier och i recipienter för att ytterligare verifiera användbarheten. Se referenslista över variabelers vetenskapliga relevans. Metodiken har inom ICES nyligen uppdaterats till en rekommenderad monitoring metod för att detektera effekter av kontaminanter.

Mätningarna har gjorts på 2 olika vitmärlearter i Östersjön, *Monoporeia affinis* och *Pontoporeia femorata*. Samtliga objekt i en kvantitativ provtagning av 5 Van Veen hugg per station har analyserats. I Bottenhavet har en kraftig minskning skett av vitmärslans populationstäthet sedan år 2000. För att erhålla ett tillräckligt stort antal individer för den statistiska analysen har de kvantitativa proven kompletterats med ett bottenkrap per station i

både Bottenhavet och Egentliga Östersjön under de senaste åren. En viktning har sedan skett vid den statistiska analysen.

En årlig kvalitetskontroll (se 3.2.4) av analys säkerheten har gett 98% överensstämmelse i bedömningen av andelen avvikande ägg (missbildade, döda och odifferentierade ägg och embryon). Kolanalyser utföres av ackrediterat laboratorium vid Systemekologiska institutionen.

På kustnära stationer i referensområdet i Trosa skärgård (Asköområdet) samt på kustnära stationer i norra Bottenhavet är urvalet sannolikt representativt för övriga objekt vad gäller variabeln missbildade embryon. För att erhålla ett representativt värde för utsjöstationer i både Bottenhavet och egentliga Östersjön har utsjöstationer inkluderats i undersökningsområdet i Egentliga Östersjön.

2. Information som erhålls inom delprogrammet

2.1 Stationsnät

6004	N 58 46,52	E 17 41,50	kust
6022	N 58 44,68	E 17 48,75	kust
6025	N 58 47,47	E 17 43,87	kust
6020	N 58 48,67	E 17 36,59	kust
6019	N 58 44,32	E 17 40,58	kust
6023	N 58 45,54	E 17 43,14	kust
Svärdsfjärden	N 58 50,50	E 17 47,16	kust
2098	N 58 48,00	E 18 13,85	utsjö
Grund utsj	N 58 45,14	E 17 57,76	utsjö

Norra Bottenhavet

Station	Lat.	Long.	Kust/utsjö
N 25	N 63 18,70	E 19 48,20	kust
N 19	N 63 21,10	E 19 43,50	kust
Brita 26	N 63 12,50	E 19 38,15	kust
Brita 27	N 63 05,42	E 19 32,50	kust/utsjö
US 5	N 62 36,01	E 20 00,00	utsjö

2.2 Obligatoriska Variabler

Kemi	O ₂ , bottenvatten mg/L	Org. C, sediment mg	O ₂ , Sediment mg/L				
Biologi	Fekunditet (ägg per hona)	Honor med död äggsamling (%)	Missbildade embryon (%)	Döda embryon (%)	Odifferentierade embryon (%)	Parasitangrepp (%)	Somitskador (%)

Den naturliga variationen har beräknats för respektive område som residualstandardavvikelse. Beräkningarna är baserade på resultat av tvåvägs variansanalys med station och år som faktorer och ingående data baseras på medelvärde per hugg och station erhållna under 7 år. Den naturliga variationen för org. C och syre i bottenvatten ges per år.

Fekunditet (ägg per hona) Askö = 21%, Umeå = 16 %,

Icke Missbildade embryon; Askö = 3.6 %, Bottenhavet = 1.6 %,

(Missbildade embryon av vitmärla; Askö = 99 %, Umeå = 55 %)

Döda embryon; Askö = 147 %, Umeå = 268 %

Odifferentierade ägg och embryon; Askö = 179 %, Umeå = 129 %

Honor med död äggsamling; Askö = 108 %, Bottenhavet = 128 %

O₂ i bottenvatten; Askö = 26 %,

Org C i sediment; Askö = 57 % , Bottenhavet = 42 %.

2.3 Kringinformation som samlas in i delprogrammet

Förutom de obligatoriska variablerna genomförs även den biologiska analysen på *Pontoporeia femorata*, vilket betyder att variabel 1-7 även studeras på *P. femorata*. Analyserna sker inom samma stationsnät och med samma frekvens som för *M. affinis*. Vidare har koncentrationen sulfider, pH och redoxpotential studerats sen programstarten. Sedan 1999 har på försök även syre analyserats i sedimenten. Tanken är att syremätningarna skall ersätta sulfidanalyserna eftersom ingen korrelation mellan embryoskador och sulfider erhållits. Vidare har hormonhalter (skalömsningshormon, ecdysteroider) som är väsentliga både för tillväxt och reproduktion hos kräftdjur och insekter, analyserats i vitmärlans olika åldersklasser under året för att bestämma den naturliga variationen i olika årsklasser under året. Avsikten är att variabeln skall kunna utgöra ett komplement till analysen för att möjliggöra detektion av hormonstörande kemikalier.

2.4 Information som krävs från andra delprogram

Delprogrammet är utformat för att kunna korrelera de ingående variablerna med variabler i angränsande delprogram som makrofaunaprogrammet samt pelagialprogrammet vid SMF och UMF. I möjligaste mån har stationer valts i diskussion med andra kontraktsinnehavare inom det marina övervakningsprogrammet för att underlätta dessa studier.

2.5 Använda modeller

Inga modeller används

3. Organisation, kvalitetsrutiner och ansvarsfördelning

3.1 Ansvar för delprogrammets utformning samt administration och genomförande

Programutformningen görs i samverkan mellan ansvariga vid Naturvårdsverket och projektledare hos utföraren.

Projektledaren är ansvarig för detaljplanering och genomförande av undersökningarna samt för kvalitetssäkring, utvärdering och rapportering. För kvalitetskontroll, statistisk analys och utvärdering samt dataleverans till datavärd svarar Ph. Dr., Ann-Kristin Eriksson, vars lön delvis täcks genom medel för programmet

Fältprovtagning, laboratoriearbete samt biologiskt och kemiskt analysarbete utförs av doktorander Therese Börjesson, Marie Löf och projektledare. Doktoranderna som till 20 % täcks av lön från övervakningsprogrammet svarar också för lagring av data och inköp av förbrukningsmaterial medan projektledare svarar för apparatunderhåll samt inköp av utrustning.

Som redare för fartygsresurser fungerar Sjöfartsverket (SMF) och Kustbevakningen (UMF).

3.2 Kvalitetsrutiner och ansvarsfördelning

3.2.1 Provtagning och analys

Provtagning av sediment och märklräfter för biologisk analys (basundersökning vitmärkla) sker enligt överenskommen baltisk standard och krav som anges av HELCOM/ICES. Provtagning för basundersökning, sediment (org. C, syre) sker enligt överenskommen baltisk standard med hjälp av modifierad Kajakhämtare (rörhämtare). Analys av organisk kol genomförs vid ackrediterat laboratorium (Systemekologiska inst). Portabel syremätare för mätning av syre i bottenvatten kalibreras enligt svensk standard SS-EN 25814, 25813. Elektroder för mätning av syre i sediment kalibreras enligt respektive manualer se kapitlet provtagningsmetodik i Handboken.

Internationell vetenskaplig litteratur följs kontinuerligt för att bevaka utvecklingen av metodik och dess utveckling inom de olika ämnesområdena.

3.2.2 Utvärdering och resultatredovisning

Under 2003 utvärderades alla delprogram och som ett led i utvärderingen genomfördes beräkningar för att fastställa möjligheten att snabbt upptäcka en eventuell trend. En liknande utvärdering gjordes då programmet pågått i 4 år och visade då på relativt goda möjligheter att upptäcka trender och uppfyllde kvalitetskraven som ställts på ingående variabler. Missbildade embryon av *Monoporeia affinis* visade en förhållandevis låg spridning i de olika bassängerna och 5 replikat per station (7 st i Egentliga Östersjön och 5 st i Bottenhavet) ger ett tillfredställande statistiskt underlag. Fyra års studier visar även att variabeln uppfyller kvalitetskraven. Mediantiden, på stationsnivå för att upptäcka en årlig 5-% ig förändring med signifikansnivå $\alpha = 0.05$ är 8 år i Asköområdet och 7 år i Bottenhavet, och med en sannolikhet på 90 % skulle en förändring upptäckas efter 13 respektive 11 år. Dessa prediktioner är erhållna genom datorsimuleringar av regressionsanalyser baserade på medelvärden och spridningsmått från 4 års miljöövervakning i egentliga Östersjön och Bottenhavet. Resultaten grundar sig på andelen missbildade embryon (ca 3 %). Med samma beräkningsgrunder skulle vi med 90 % sannolikhet upptäcka förändringar redan efter 3-4 år om vi istället utgår från

andelen icke missbildade embryon (ca 97 %), vilket innebär stora möjligheter att upptäcka effekter av miljöbelastning.

Nedanstående tabell 1 visar resultatet av en ny beräkning som baseras på 8 års data. Informationen gäller den procentuella förändring vi kan upptäcka på 10 år med 80 % statistisk styrka och signifikansnivån 5 %. Beräkningarna baseras på linjär regression av respektive variabel över tiden. Programmet nQuery användes för att bestämma hur starkt samband (korrelation) som kan upptäckas på 10 år med 80% styrka. Från en linjär regression på tidigare års data uppskattades variationen mellan år. Med den observerade variabiliteten beräknades sedan vilken förändringshastighet som förväntas ge den korrelation som krävs enligt styrkeberäkningarna i nQuery.

Beräkningarna är baserade på andelen avvikande embryon, om vi istället utgår från andelen friska ägg och embryon kan vi upptäcka ev. förändringar i tiden betydligt snabbare än vad som anges i ovanstående tabell. Vi har dock valt att göra beräkningarna för de olika embryovariablerna eftersom andelen friska ägg inte säger någonting om de olika typerna av skador. Missbildade embryon, som är en huvudvariabel i undersökningsprogrammet uppvisar en lägre variabilitet än övriga embryovariabler, troligtvis beroende på att sedimenthalter av miljögifter som ger upphov till missbildade embryon ej visar samma årliga fluktuationer som de klimatvariabler (temperatur och syrekonzentration) som ger upphov till döda äggsamlingar, samt döda och odifferentierade ägg. Även om vi inte har samma möjlighet att snabbt kunna bestämma en ev. trend för dessa variabler som för missbildade embryon och fekunditet har vi funnit ett starkt samband mellan döda äggsamlingar, döda och odifferentierade ägg och olika klimatvariabler, vilket innebär att vi har en relativt god uppfattning om hur olika skador uppkommer och vad som orsakar dem. Vi har även möjlighet att särskilja effekter av miljögifter från effekter som orsakas av andra klimatrelaterade omgivningsvariabler.

Tabell 1. Undersökningens möjligheter att fastställa förändringar

	<i>medium</i>	<i>huvud-variabel</i>	<i>hjälp-variabel</i>	<i>indikator på</i>	<i>typ av värde</i>	<i>Storlek (%) av förändring man kan upptäcka</i>
<i>Variabel 1</i>	Biota	Missbildade embryon (hela området)	Sediment-konzentration av miljögifter*	Miljögifts-exponering	Årsvärde	5.7
<i>Variabel 1a</i>	”	Missbildade embryon, Asköområdet	Sediment-konzentration av miljögifter	Miljögifts-exponering	Årsvärde	4.6
<i>Variabel 1b</i>	”	Missbildade embryon, Bottenhavet	Sediment-konzentration av miljögifter	Miljögifts-exponering	Årsvärde	8
<i>Variabel 2</i>	”	Odifferen-tierade embryon (hela området)	Syrekonzentration, vatten-temperatur*	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	Årsvärde	6.4
<i>Variabel 2a</i>	”	Odifferen-tierade embryon, Asköområdet	Syrekonzentration, vatten-temperatur	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	Årsvärde	10

Variabel 2b	”	Odifferen-tierade embryon, Bottenhavet	Syrekoncentration, vatten-temperatur	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	Årsvärde	6.6
Variabel 3		Döda embryon (hela området)	Syrekoncentration, vatten-temperatur	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	Årsvärde	12
Variabel 3a	”	Döda embryon, Asköområdet	Syrekoncentration, vatten-temperatur	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	Årsvärde	14
Variabel 3b	”	Döda embryon, Bottenhavet	Syrekoncentration, vatten-temperatur	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	årsvärde	16
Variabel 4		Död äggsamling (hela området)	Syrekoncentration, vatten-temperatur	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	årsvärde	12
Variabel 4a	”	Död äggsamling, Asköområdet	Syrekoncentration, vatten-temperatur	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	årsvärde	12
Variabel 4b	”	Död äggsamling, Bottenhavet	Syrekoncentration, vatten-temperatur	Syrebrist, temperaturförhöjning, näringsbrist	årsvärde	11
Variabel 5	”	Fekunditet (hela området)	Produktionsdata C och Chl A*	Födötillgång	årsvärde	2.5
Variabel 5a	”	Fekunditet, Asköområdet	Produktionsdata C och Chl A	Födötillgång	årsvärde	3.5
Variabel 5b	”	Fekunditet, Bottenhavet	Produktionsdata C och Chl A	Födötillgång	årsvärde	6.8
Variabel 6	”	<i>Parasitföre-komst</i>				
Variabel 7	”	Mangan-fläckar	Syrekoncentration i sedimentet	Syrebrist	vinterhalt	
Variabel 8	Sediment	Syrekoncentration i sediment			Engångsvärde i september	
Variabel 9	Vatten	Syrekoncentration i bottenvatten, Asköområdet			Engångsvärde i september	5.6

3.2.4 Kvalitetskontroller

För den biologiska analysen sker kvalitetssäkring kontinuerligt genom att olika utförare bestämmer ca 50 äggkullar för att kontrollera graden av felprocent, se metodreferenslista, bil.1 i Handboken.

Eftersom organiskt kol analyseras vid ackrediterat laboratorium sker ackreditering vid Systemekologiska Institutionen. Under hösten 2004 skall tidsplan redovisas för metodens ackrediteringsrutiner som skall införas 2005.

4. Tillgänglighet och dokumentation

4.1 Data/resultat

Data från delprogrammet rapporteras till nationell datavärd och lagras vid ITM. Biologiska data rapporteras till BIOMAD, Systemekologiska institutionen, Stockholms universitet. Information om delprogrammet kan fås på <http://www.ecology.su.se/dbbm/tox/M.htm>.

4.2 Rapporter över resultat

Sakrapporterna från delprogrammet har publicerats i de Marina Centras årliga tillståndsbeskrivningar (Östersjö och Bottniska Viken) sedan 1994. Presentationen av resultat kommer huvudsakligen att rapporteras på detta sätt och kompletteras med vetenskapliga artiklar där resultat och trender samt korrelationsstudier som bedöms ha ett vetenskapligt värde presenteras. Data genererade från delprogrammet har emellertid resulterat i ett antal specialundersökningar där samband mellan olika variabler har studerats under mer kontrollerade betingelser. Dessa studier har och bör kunna få en vetenskaplig status som erfordras för internationell publicering.

Vetenskapliga artiklar;

- Sundelin, B., A-K. Eriksson (1998). Malformations in embryos of the deposit-feeding amphipod *Monoporeia affinis* in the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 171: 165-180.
- Eriksson-Wiklund, A-K. B. Sundelin (2001). Impaired reproduction of the amphipods *Monoporeia affinis* and *Pontoporeia femorata* as a result of moderate hypoxia and increased temperature, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 171:165-180.
- Eriksson-Wiklund A-K., Wiklund S-J, J.Axelmann, B. Sundelin (2003). Dynamics and kinetics of PCBs in *Monoporeia affinis*, a seasonal study. *Environ. Tox. Chem.* 22 : 2499-2507.
- Eriksson Wiklund AK, Sundelin B (2004). Biomarker sensitivity to temperature and hypoxia- a seven year field study. *Mar Ecol Prog Ser* 274: 209.

Planerade artiklar och rapporter

- 2006, Possible reasons to decreased populations of *Monoporeia affinis* in the Gulf of Bothnia
- 2006, Relationship between food availability and reproduction disorders in *Monoporeia affinis*.

4.3 Dokumentation av delprogrammet

För metodbeskrivning hänvisas till Handboken samt nedanstående artiklar;

Metodbeskrivning för sulfidanalys

- Gundersen JK, NB Ramsing & RN Glud (1998) Predicting the signal of O₂ microsensors from physical dimensions, temperature salinity and O₂ concentration. *Limnol & Oceanogr* 43(8):1932-1937.
- Revsbech NP & BB Jøregensen (1986) Microelectrodes: Their use in microbial ecology. In Marshall KC (ed) *Advances in microbial Ecology* vol 9. Plenum New York. P. 293-352.
- Revsbech NP (1989) An oxygen microsensor with a guard cathode. *Limnol & Oceanogr.* 34(2): 474-478.

Metodbeskrivning för biologisk analys

- Sundelin, B., A-K. Eriksson (1998). Malformations in embryos of the deposit-feeding amphipod *Monoporeia affinis* in the Baltic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 171: 165-180, **bil. 1.**

Metodbeskrivning för syremätning

- Cline JD (1969) Limnol & Oceanogr 14:454-458.
- Jeroschewski P, C Steukhart & M Kühl (1996) Anal Chem 68:4351-4357.
- Kühl M, C Steukhart G Eickert & P Jeroschewski (1998) Aquat Microb Ecol 15: 201-209.
- Elektrodmanual till syremikroelektrod (Unisense) kopplad till en picoamperemeter (Unisense PA2000)

Kodlistor för stationer, undersökningsvariabler samt databasstruktur förs av nationell datavärd vid SMF,

4.4 Revision av kvalitetsdeklaration

Kvalitetsdeklarationen uppdateras/revideras i samband med avtalsskrivning. Huvudansvarig för uppdateringen är programansvarig vid Naturvårdsverket

6. Definitioner

Alla begrepp är definierade i Handboken

7. Referenser

Se Handboken.

Vetenskapligt underlag över variabelers relevans se 1.7:

- Sundelin, B. (1983). Effects of cadmium on *Pontoporeia affinis* (Crustacea: Amphipoda) in laboratory soft-bottom microcosms. Mar. Biol. 74, 203-212.
- Sundelin, B. (1984). Single and combined effects of lead and cadmium on *Pontoporeia affinis* (Crustacea: Amphipoda) in laboratory soft-bottom microcosms. In: Ecotoxicological testing for the marine environment. G. Persoone, E. Jaspers, and C. Claus (Eds). State Univ. Ghent and Inst. Mar. Scient. Res., Bredene, Belgium. Vol. 2. 588 p.
- Sundelin, B. (1989). Ecological effect assessment of pollutants using Baltic benthic organisms. Thesis, Univ. of Stockholm, Dep. of Zoology 106 91 Stockholm
- Sundelin, B. (1992). Effect monitoring in pulp mill areas using benthic macro- and meiofauna. In: Environmental fate and effects of bleached pulp mill effluents. p. 371-380. SNV-rapport 4031
- Eriksson, A-K., Sundelin, B., Broman, D., Näf, C (1996). Effects on *Monoporeia affinis* of HPLC-fractionated extracts of bottom sediments from a pulp mill recipient. In: Environmental fate and effects of pulp and paper mill effluents. Servos et al (eds) p 69-78, St Lucie Press Florida
- Sundelin, B., A-K. Eriksson (1998). Malformations in embryos of the deposit-feeding amphipod *Monoporeia affinis* in the Baltic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 171: 165-180.
- Eriksson-Wiklund, A-K. B. Sundelin. Impaired reproduction of the amphipods *Monoporeia affinis* and *Pontoporeia femorata* as a result of moderate hypoxia and increased temperature. Submitted to Mar. Ecol. Prog. Ser. (in revision)
- Davey, K. G., Saleuddin, A. S. M., Steel, C. G. H., Webb, R. A. (1983). Methods for assessing the effects of chemicals on reproductive function, Invertebrates: Some principals and recommendations. In: Vouk, V. B., Sheehan, P. J. (eds.) Methods for assessing the effects of chemicals on reproductive functions. SCOPE 20, John Wiley & Sons, Ltd p. 483-497
- McCahon, C. P., Pascoe, D. (1988 b). Increased sensitivity to cadmium of the freshwater amphipod *Gammarus pulex* (L.) during the reproductive period. Aquat. Toxicol. 13: 183-194
- Dixon DR (1983) Methods for assessing the effects of chemicals on reproductive function in marine molluscs. In: Vouk VB, Sheehan PJ (eds) Methods for assessing the effects of chemicals on reproductive functions. SCOPE 20, John Wiley & Sons, Ltd, p 439-457
- Dixon DR, Pollard D (1985) Embryo abnormalities in the periwinkle, *Littorina saxatilis*, as indicators of stress in polluted marine environments. Mar Poll Bull 16(1): 29-33
- Lee RF, O'Malley K, Oshima Y (1996) Effects of toxicants on developing oocytes and embryos of the blue crab *Callinectes sapidus*. Mar Environ Res 42(1-4): 125-128

- Lee RF, O'Malley K, Oshima Y (1996) Effects of toxicants on developing oocytes and embryos of the blue crab *Callinectes sapidus*. *Mar Environ Res* 42(1-4): 125-128