

Övervakningsmanual

Fisk i kustvatten - Yngelprovfiske med tryckvåg



Yngelprovtagning vid Gålö, Stockholms skärgård

Foto: Ulf Bergström

Innehåll

1.	Bakgrund.....	3
2.	Syfte	5
3.	Beskrivning av övervakningen.....	6
4.	Strategi	7
4.1.	Statistiska aspekter	7
4.2.	Provplatser/övervakningsstationer	8
	Metodval	8
	Provtagningsstrategi för uppföljningsprogram	8
	Provtagningsstrategi för kartlägningsstudier.....	9
4.3.	Frekvens och tidpunkter	10
5.	Undersökningen	11
5.1.	Variabler.....	11
5.2.	Observations- och provtagningsmetoder.....	11
	Utförande	12
	Omgivningsfaktorer	13
5.3.	Utrustningslista.....	14
5.4.	Tillvaratagande av prov och analysmetod.....	14
5.5.	Fältprotokoll.....	14
5.6.	Bakgrundsinformation.....	14
6.	Andra förutsättningar inför undersökningens genomförande	15
6.1.	Krav på tillstånd	15
6.2.	Säkerhetsaspekter	16
	Sprängämnen och toxicitet.....	16
7.	Kvalitetssäkring	16
7.1.	Fältarbete.....	16
7.2.	Laboratorieanalyser	16
7.3.	Utbildning.....	16
7.4.	Rapportering.....	17
8.	Dataleverans.....	17
9.	Synergieffekter.....	18
10.	Tids- och kostnadsuppskattning.....	18
10.1.	Fasta kostnader	18
10.2.	Tidsåtgång	18
11.	Övrigt	19
	Detonationsprovtagning och art- och habitatdirektivets arter	19
12.	Författare och kontaktpersoner	19
13.	Referenser	19
14.	Uppdateringar, versionshantering	23
15.	Bilagor.....	23

1. Bakgrund

Tillståndet i fisksamhället är av central betydelse för bedömning av ekologisk status och uppföljning av biologisk mångfald i grunda kustområden. Dessa områden kännetecknas av hög biologisk produktion och mångfald, och de utgör reproduktionsområden för många fiskarter. Eftersom de flesta fiskar har mycket specifika krav på sina lek- och uppväxtområden är dessa livsstadier extra känsliga för miljöförändringar, och fiskreproduktion torde därför utgöra en god indikator för livsmiljöernas status. Tillgången till fungerande reproduktionsområden reglerar ofta hur stort beståndet av vuxen fisk kan bli (Sundblad m.fl. 2014), och sett från fiskförvaltningssynpunkt är det därför viktigt att följa fiskreproduktionen över tid. En genomgång av skötsel- och bevarandeplaner för marina skyddade områden utförd av Artdatabanken (Identifiering och prioritering av bevarandemål och målandikatorer för marina skyddade områden, ej publicerad, HaV dnr 1758-19) visar att funktionen som lek- och uppväxtmiljö tillhör de allra vanligaste bevarandemålen för skyddade områden i Sveriges kustzon. Samtidigt är många kustfiskar utpekade som typiska arter för de naturtyper som ingår i art- och habitatdirektivet, vilket också stärker behovet av att följa fiskens reproduktion. Fiskreproduktion är dessutom en av de ekosystemfunktioner som oftast är föremål för bedömning i samband med vattenverksamhetsärenden, och det finns därför ofta ett behov av att följa utvecklingen i samband med att en verksamhet etableras eller efter att en restaurerings- eller kompensationsåtgärd vidtagits. För alla dessa ändamål är det viktigt att det finns standardiserade metoder för uppföljning av miljöers funktion som reproduktionsområden för fisk.

Det finns idag kunskap om vilka miljöfaktorer som karakteriserar reproduktionsområden hos ett flertal fiskarter längs den svenska kusten, och man har använt kunskapen för kartläggning av dessa lek- och uppväxtområden genom statistisk modellering av förhållandet mellan fiskförekomst och miljövariabler (Bergström m.fl. 2007, 2011, Sundblad m.fl. 2009, 2011, 2014, Erlandsson m.fl. 2020, Fredriksson m.fl. 2021). Många av dessa grunda kustnära livsmiljöer är starkt påverkade av mänskliga aktiviteter, och byggande i strandzonen, muddringar, båttrafik och övergödning påverkar både vegetation och fiskrekrytering (Eriksson m.fl. 2004, Sandström m.fl. 2005, Sundblad och Bergström 2014, Hansen m.fl. 2019, Moksnes m.fl. 2019). En analys av det befintliga nätverket av Natura 2000-områden i Östersjön har visat att endast en liten del av fiskens reproduktionsområden faktiskt omfattas av skyddet (Sundblad m.fl. 2011), medan andra studier visar hur allt fler av kustens reproduktionsområden påverkas av exploatering (Sundblad och Bergström 2014, Moksnes m.fl. 2019). Det är därför extra viktigt att man övervakar tillståndet hos dessa livsmiljöer för att försäkra sig om att deras funktion som lek- och uppväxthabitat för fisk tryggas. Detta gäller både på lokal skala, till exempel för enskilda skyddade områden, och på havsområdesskala.

Grunda, vågskyddade områden med storvuxen vegetation återfinns i ett flertal av de naturtyper som ingår i art- och habitatdirektivet (Naturvårdsverket 2011).

Vegetationen är viktig för fisk genom att många arter nyttjar den som leksubstrat och genom att ynglen kan söka skydd och föda i anslutning till vegetationen (Snickars m.fl. 2009, Hansen m.fl. 2019). Tillgång till fungerande reproduktionsområden, där de vegetationsklädda bottenarna är centrala, är en viktig faktor som styr rekryteringsframgång och fiskbeståndens storlek (Sundblad m.fl. 2014, Hansen m.fl. 2019). För att förstå orsaker till förändringar i fiskreproduktion är alltså information om vegetationssamhällets utveckling av stor betydelse. Samtidigt kan fisken indirekt påverka vegetationssamhällets status genom trofiska kaskader (Eriksson m.fl. 2011, Östman m.fl. 2016, Donadi m.fl. 2017, Eklöf m.fl. 2020), så det omvända gäller också. Det är alltså en fördel om undersökningar av vegetation och fiskreproduktion kan samordnas vid uppföljning av ekologisk status. Även samordning med övrig miljöövervakning, till exempel av äldre livsstadier av fisk, av bottenfauna, miljögifter och så vidare, stärker möjligheterna att detektera och förstå orsaker till miljöförändringar.

Studier av tidiga livsstadier hos fisk kräver provtagningsmetoder som är anpassade till olika livsmiljöer. Yngel av många fiskarter är starkt associerade till strukturellt komplexa habitat, det vill säga områden med högvuxen vegetation eller mycket sten och block, där de traditionella yngelprovtagningsmetoderna, exempelvis landvad/yngelnot och fallfälla, inte fungerar på ett tillfredsställande sätt, eftersom de är anpassade för områden med släta, kala bottenar. Nordiska kustöversiktsnät som används inom kustfiskövervakningen i Östersjön har inte tillräckligt små maskstorlekar för att fånga årsyngel. Provtagning med tryckvåg som åstadkoms med små undervattensdetonationer, enligt den metodik som beskrivs i denna undersökningstyp, har i stället visat sig väl lämpad för provtagning av fiskyngel i Östersjön. Metoden fungerar i många olika typer av habitat och ger ett kvantitativt mått på yngelförekomst av flertalet fiskarter i Östersjön (Snickars m.fl. 2007). En utvärdering av metoder för övervakning av kustfisk för biogeografisk uppföljning visar att tryckvågsmetoden, utöver att den ger ett bra mått på yngelförekomst, även kan användas för att följa utvecklingen av ett flertal småvuxna arter som inte fångas i övriga kustfiskövervakningsmetoder (Fredriksson och Bergström 2012). Metoden har använts i Sverige sedan 1970-talet (Karås och Neuman 1981), men inte i någon större omfattning i andra länder (till exempel Sundblad m.fl. 2011). Förutom att metoden dödar eller förlamar fisk inom effektradien, så är den skonsam mot miljön i övrigt. Vegetationen i sig skadas inte av provtagningen, och såvitt känt inte heller andra organismgrupper än fisk (Snickars m.fl. 2007). Framförallt yngel av gädda kan vanligen släppas tillbaka efter längdmätning om de får kvickna till i en hink med vatten. Även om sprängämnen kan vara toxiska i höga koncentrationer och öka belastningen av framförallt kväve i vatten är de mängder som används för provfiske försumbara i relation till övriga användningsområden i samhället (se avsnitt om sprängämnen och toxicitet nedan). Sammantaget kan sprängmetoden anses vara lämpad för de känsliga grunda miljöer där yngelprovtagningen normalt utförs.

Fångstjämförelser mellan tryckvågsmetoden och finmaskiga nät, motsvarande de minsta maskstorlekarna i de provfiskena som används i många sjöar, visar på

betydande skillnader i fångstsammansättning (Sandström m.fl. 2012), sannolikt beroende på att näten fångar årsyngel på mindre aktivt sätt. I sötvatten kan även elfiske användas för yngelprovtagning. Elfiske fungerar dock inte för kvantifiering av småvuxen fisk i brack- och havsvatten. Även här har tryckvågsmetoden visat sig vara effektivare, genom att fånga fler arter, individer inom ett bredare storleksintervall, och dessutom ge snävare konfidensintervall i medelvärdesskattningar (Sandström m.fl. 2012). I klarvattensmiljöer kan visuella metoder, till exempel transektinventering, utgöra ett alternativ, men det låga siktdjupet och den täta växtligheten i stora delar av Östersjöns kustvatten, i synnerhet i de produktiva vikar som utgör de viktigaste reproduktionsområdena, och i många sötvatten gör att de metoderna inte fungerar tillfredsställande för övervakning av fiskreproduktion.

På västkusten används småryssjor i stället för nät i kustfiskövervakningen. Ryssjorna har visats vara en effektiv fångstmetod för yngel av ett flertal av västkustens fiskar, medan ryssjemetoden inte fungerar tillfredsställande för yngel av Östersjöns allmänna kustfiskar. Tryckvågssmetoden utvärderades som metod för yngelprovtagning i västkustmiljöer under 2013. Jämfört med ryssjefiskena fångades betydligt färre arter vid tryckvågsprovtagning, även om sprängningarna fångade ett fåtal småvuxna arter/livsstadier som inte erhöles i ryssjorna. Eftersom precisionen i medelvärdesskattningarna var konsekvent bättre för ryssjorna för de centrala arterna i kustfisksamhället rekommenderas ryssjefiske som metod för uppföljning av fiskreproduktion i komplexa miljöer på västkusten (Bergström m.fl. opubl.).

2. Syfte

Merparten av de undersökningar som utförts hittills med tryckvågsmetoden har syftat till att identifiera viktiga reproduktionshabitat för varmvattenarter (till exempel abborre, gädda, gös, mört och andra karpfiskar) i Östersjöns kustområden. I en del fall har metoden även använts för att följa reproduktionsframgången för vanliga kustarter över tid (Schreiber och Persson m.fl. 2010, Karås m.fl. 2010, Lindahl 2019). Genom att provtagning med metoden gjorts under många års tid och med bred geografisk täckning (från norra Skåne i söder till Norrbotten i norr) finns det ett stort material som beskriver fiskreproduktion rumsligt och över tid i svenska kustvatten. Under 1979-2018 har totalt över 17 000 provtagningar gjorts, och materialet ger därmed en unik bild av variationer i fiskreproduktion. Metodiken som använts har delvis varierat mellan undersökningar, men genom att korrigera för dessa skillnader har datasetet som helhet kunnat användas för att undersöka förändringar i fiskreproduktion över tid. Analyserna visar på storskaliga förändringar, där rovfiskens reproduktion slagits ut i stora kustområden, framför allt i ytterskärgårdar och öppna kustpartier, och i stället ersatts av storspigg. Dessa förändringar har, utöver en stark negativ påverkan på kustfisket, även lett till ett regimskifte längs östersjökusten, där stora områden idag har en sämre kvalitet på livsmiljöerna till följd av de trofiska kaskadeffekter som följt på utslagningen av

rovfisk (Eklöf m.fl. 2020). Dessa genomgripande förändringar av fiskreproduktionen, och de åtföljande ekosystemeffekterna, visar att det är angeläget att på ett strukturerat sätt följa upp den framtida utvecklingen av det grunda kustekosystemet, inte minst i skyddade områden.

Undersökningstypen *Yngelprovfiske med tryckvåg* omfattar en metod för uppföljning av fiskreproduktion över tid och för kartläggning av viktiga livsmiljöer för fisk. Metodens huvudsakliga syfte är att ge *underlag för fiskförvaltningen*, uppföljning av *habitatrestaureringsåtgärder samt habitatkartläggning*.

Data från undersökningstypen kan användas som underlag till:

- fiskförvaltningen, för att kunna följa fiskens reproduktion för att kunna förstå och förutsäga förändringar i kustfisksamhällena, inte minst av för fisket viktiga arter som abborre, gädda och gös. Tryckvågsmetoden som beskrivs här har alltså flera möjliga användningsområden, både för övervakning av förändringar i fiskreproduktion över tid och för kartläggning av viktiga livsmiljöer för fisk
- uppföljning av yngelproduktion i samband med habitatrestaureringsåtgärder
- uppföljning av miljöeffekter av vattenrelaterade verksamheter
- habitatkartläggningar, i syfte att ta fram kartunderlag för länens och kommunernas arbete med havsplanering, utveckling av nätverket av skyddade områden och fiskfredningsområden, för handlingsplaner för grön infrastruktur, och för handläggning av vattenverksamhetsärenden.

Metoden kan under vissa förutsättningar även användas till:

- uppföljning av tillstånd i naturtypsförekomster där yngelproduktion ingår i förekomstens strukturer och funktioner. För att användas till att mäta tillstånd i en naturtypsförekomst krävs att man fastställer nivåer för "gott", "ogynnsamt" och "dåligt" tillstånd. Naturtyper vars tillstånd kan ha koppling till lokal yngelproduktion är 1110 sandbankar, 1130 estuarier, 1140 blottade ler- och sandbottnar, 1150 laguner, 1160 vikar och sund, 1610 rullstensåsar, 1620 skär och små öar samt 1650 smala vikar i Östersjön (Dahlgren m.fl. 2011, Johansson 2010).

3. Beskrivning av övervakningen

Med utgångspunkt i statistiska dimensioneringsberäkningar (Bilaga 1) föreslås i denna undersökningstyp en metodik som kan användas för att övervaka fiskreproduktion, både på biogeografisk nivå i enlighet med art- och habitatdirektivet och inom avgränsade kustområden motsvarande enskilda skyddade områden (Natura 2000-områden, naturreservat, fiskefria områden), eller till exempel områden utsatta för påverkan från vattenverksamhet eller där restaureringsåtgärder vidtagits. Fokus ligger på uppföljning av tätheter av årsyngel av viktiga kustarter i Östersjön, som till exempel abborre, gädda, karpfiskar och storspigg. Dessa arter är särskilt viktiga för ekosystemens funktion och utgör viktiga indikatorer på ekologisk status (HELCOM 2012), och utgör även typiska arter för ett flertal naturtyper. Eftersom metoden fungerar för alla arter med simblåsa, provtas yngel och vuxna individer av

många småvuxna arter på grunda bottnar i Östersjön på ett kvantitativt sätt, vilket gör metoden väl lämpad att studera förändringar i fisksamhällets struktur och artdiversitet (se till exempel Donadi m.fl. 2017, Hansen m.fl. 2019 och Eklöf m.fl. 2020). Tryckvågsmetoden är allmänt använd i Östersjön och även testad i sjöar (Sandström m.fl. 2012). Metoden har även använts för framtagande av heltäckande kartor över uppväxtområden för kustfisk längs ostkusten (Erlandsson m.fl. 2021). Metoden fungerar dock inte för till exempel plattfisk, eftersom dessa saknar simblåsa. Även den invasiva svartmunnade smörbulten saknar simblåsa och fångas därför inte upp med metoden, till skillnad från den inhemska svarta smörbulten. Metoden rekommenderas inte heller för uppföljning av naturtyper längs västkusten, eftersom provfiske med småryssjor, standardmetoden för kustfiskövervakning på västkusten, är ett mer kostnadseffektivt sätt att skatta förekomst och reproduktion av de viktigaste kustarterna (Bergström m.fl. opubl).

4. Strategi

Basnivån utgörs av provtagning från båt, av de fiskyngel som flyter upp efter detonationen, samt snorkling. Genom snorkling insamlas fisk som sjunkit och vegetationens artsammansättning och yttäckning kartläggs, liksom mängden påväxtalger och bottenens beskaffenhet på stationen. Eftersom det förekommer starka interaktioner mellan vegetation och fisk (Eriksson m.fl. 2009, Snickars m.fl. 2009, Donadi m.fl. 2017, Hansen m.fl. 2019), så underlättas uppföljningen av bevarandestatus hos naturtyper om man har tillgång till information om både fisk och vegetation från samma provtagningspunkter.

De precisions- och varianskomponentsberäkningar som utförts (Bilaga 1) visar att den naturliga variationen, både mellan år och mellan replikat på liten rumslig skala, är stor och att man därmed med en rimlig insats främst kan detektera större förändringar i yngeltätheter. Trots detta kan den föreslagna metodiken anses vara väl lämpad att följa upp målindikatorer för fiskreproduktion, eftersom förändringar i yngelproduktion till sin natur ofta är omfattande (Ljunggren m.fl. 2010, Karås m.fl. 2010, Schreiber och Persson 2010, Eklöf m.fl. 2020).

För beräkningar av statistisk styrka gällande vegetation med denna metod, se Hansen (2016).

4.1. Statistiska aspekter

En analys av statistisk precision och varianskomponenter i yngelprovfisken längs Östersjöskusten utfördes för att kunna optimera provtagningsstrategi och dimensionering för trendövervakning både på områdesnivå, motsvarande enskilda skyddade områden eller vikar (de områden som ingick i de statistiska analyserna var oftast mindre än 200 hektar stora), och på havsbassängnivå (Egentliga Östersjön, Bottenhavet och Bottenviken), för möjlig uppföljning av havsmiljödirektivet och biogeografisk uppföljning av art- och habitatdirektivet.

Analysen redovisas i Bilaga 1.

4.2. Provplatser/övervakningsstationer

Metodval

På basen av analyserna föreslås följande provtagningsmetod:

- Om syftet enbart är att maximera precisionen i medelvärdesskattningar av yngeltätheter för allmänt förekommande arter till en given kostnad, utförs provtagning med en 10 g laddning per provtagningsstation och insamling av enbart flytande fisk.
- Om syftet med provtagningen även är att beskriva fisksamhällets sammansättning samt fiskförekomst i relation till miljö kompletteras provtagningen med snorkling där man kartlägger vegetation och bottensubstrat. Vid snorklingen samlas även sjunken fisk in för att öka precisionen i skattningarna av yngeltäthet.

I tidigare studier har i en del fall en mindre sprängladdning (1 g) använts, och ibland har enbart flytande fisk samlats in. För jämförelser på områdesnivå kan man räkna om medelvärden mellan insamling av enbart flytande fisk och insamling även av sjunkande fisk samt mellan olika laddningsstyrkor. Det gör det möjligt att jämföra fångster utförda enligt denna undersökningstyp med tidigare provtagningar utförda med annan metodik. Omräkningen kan inte beakta falska icke-förekomster (endast sjunkande fisk) och bygger på en teoretisk modell av tryckvågseffekten, varför jämförelser mellan provtagningar med olika laddning ska göras med försiktighet.

Provtagningsstrategi för uppföljningsprogram

Uppföljningsprogram för att följa fiskreproduktion över tid utformas enligt följande provtagningsstrategi:

- Slumpning av provtagningsstationer, det vill säga enskilda detonationer, görs inom de områden och naturtyper som ska följas upp. För att koncentrera provtagningen till lämpliga reproduktionshabitat för varmvattenarter begränsas slumpningen till vågexponeringsvärden lägre än 30.000 enligt SWM-modellen (Isaeus 2004). Det förekommer regionala variationer i yngelförekomst i relation till vågexponering, så denna gräns kan behöva anpassas till lokala förhållanden. Vid återkommande provtagning återbesöks samma stationer för att minimera den slumpmässiga variationen i tidsserieanalyser.
- Provtagning utförs ner till ca 3 m djup för att täcka in optimalt djupintervall för vanliga kustarter. Fiskyngel av varmvattenarter som abborre, gädda och karpfiskar förekommer i Östersjön ner till ca 6 m djup under sensommaren, med högst tätheter på 1-3 m djup (Bergström m.fl. 2007, Sundblad o Bergström 2011). Provtagning bör av säkerhetsskäl ej ske på grundare vatten än ca 0.5 m djup.
- Minsta avstånd mellan närliggande stationer sätts till 30 m, för att undvika störning mellan stationerna.
- Maximalt provtas 6 stationer per hektar reproduktionsyta med 10 g laddning för att undvika påverkan på beståndet från provtagningen. Vanligen sprids dock provtagningen över så stora ytor att stationsnätet blir betydligt glesare.

- Provtagningen utförs årligen i uppföljningsområdena för att täcka in den stora mellanårsvariationen.
- För att följa utvecklingen av yngelproduktionen på bassängsnivå (motsvarande geografiska nivån för havsmiljödirektivets och art- och habitatdirektivets biogeografiska uppföljning) provtas ett flertal områden längs kuststräckan för att täcka in den småskaliga rumsliga variationen i yngeltätheter. Man uppnår en *nöjaktig* precision i täthetskattningar (konfidensintervallet utgör 50 % av medelvärdet) med en total insats på ca 120 stationer per bassäng, fördelade på 10-20 stationer per område, om man nyttjar medelvärden per område i analyserna. Med den insatsen fångar man samtidigt 90 % av totala artantalet. Denna beräkning gäller för flera olika naturtyper sammanslagna, eftersom det inte varit möjligt att göra utvärderingen per naturtyp. När man gör provtagning per naturtyp kommer det sannolikt att behövas något färre stationer för att uppnå nöjaktig precision, eftersom variationen mellan replikat då blir lägre. Fram till att en statistisk utvärdering gjorts kan 100-120 stationer per naturtyp och bassäng, fördelat på ett tiotal områden, tjäna som ett riktmärke för omfattning på provtagningen.
- För en *god* precision på bassängnivå (konfidensintervallet utgör 20 % av medelvärdet) bör man provta totalt ca 500-600 stationer, enligt samma förfarande som ovan men med fler områden per bassäng.
- Vid uppföljning av reproduktionen i enskilda områden, till exempel i samband med restaureringsåtgärder eller andra områdesspecifika särskilda insatser, krävs ca 70 stationer för att nå en nöjaktig precision på områdesnivå (konfidensintervallet utgör 50 % av medelvärdet). För att inte riskera en lokal påverkan på rekryteringen innebär detta i realiteten att områdesspecifik uppföljning är lämplig för områden över ca 15 hektars storlek. Precisionsberäkningar gällande vegetation med denna inventeringsmetod (Hansen 2016) visar att det krävs en lägre insats för att uppnå motsvarande precision.
- Vid syfte att följa fiskförekomst i relation till miljö bör provtagningen inkludera snorkling. Vid snorkling får man samtidigt en bättre skattning av fiskesamhället som helhet, eftersom vissa arter sällan flyter. Vid snorkling fördubblas tidsåtgången.

Provtagningsstrategi för kartläggningsstudier

Yngelprovtagning kan även utföras i inventeringssyfte, det vill säga för att kartlägga utbredningen av rekryteringsområden. Provtagningen skiljer sig i dessa fall från ovanstående förslag på några punkter:

- För inventeringar, det vill säga för att beskriva utbredningen av fiskyngel i relation till miljön, krävs ett annorlunda upplägg där man genom en god rumslig spridning strävar efter att fånga in både små- och storskaliga gradienter i reglerande miljövariabler. För att få ett bra underlag för statistisk modellering och heltäckande kartprediktioner av arters utbredning är det viktigt att man även provtar utanför artens förekomstområde med avseende

på de styrande miljögradienterna. Detta gör man genom att stratifiera provtagningen enligt vattendjup och vågexponering och i större skärgårdsområden även enligt skärgårdszonering. Man bör provta upp till de högsta förekommande vågexponeringsklasserna samt ner till 6 m djup. Man bör sträva efter att provta i olika kombinationer av djup och vågexponering. Om möjligt kan man även sprida provtagningen över olika typer av vegetation. Provtagning bör av säkerhetsskäl ej ske på grundare vatten än ca 0.5-1 m djup

- Hur stor insats som behövs och hur proverna bäst fördelas i stratifieringen varierar med målart och geografiskt område, likaså med undersökningens syfte och ambitionsnivå, och specifika rekommendationer för stationsval och dimensionering är därför svåra att ge. Gällande fördelningen av prover inom områdena bör merparten tas i lämpliga rekryteringsmiljöer, medan det räcker med ett mindre antal prover för de djupaste och mest exponerade miljöerna.
- Vid yngelinventeringar som syftar till kartläggning av utbredningsområden med hjälp av modellering ska man även genom snorkling samla in sjunken fisk samt inventera yttäckning av olika bottensubstrat och vegetationsarter. Även uppgifter om graden av trådalgs påväxt på övrig vegetation liksom total täckningsgrad av trådalger noteras.

4.3. Frekvens och tidpunkter

Eftersom mellanårsvariationen i yngeltätheter är stor (Bilaga 1, Hansen m.fl. 2008, Karås m.fl. 2010) utförs provtagningen årligen för att maximera möjligheterna att upptäcka trender över tid (Svensson m.fl. 2011). Provtagningen, som är anpassad för varmvattenarter längs ostkusten, genomförs under augusti eller första delen av september, vid vattentemperaturer överskridande ca 13 grader. När temperaturen sjunker under denna gräns kommer fiskynglen gradvis att förflytta sig ut från de grundaste områdena, vilket påverkar de observerade tätheterna. Vid eventuell användning i sötvatten kan provtagningen med fördel genomföras under samma tidpunkt som på ostkusten eftersom målarterna är detsamma.

5. Undersökningen

5.1. Variabler

Tabell 1. Variabler som ingår i yngelprovtagning med undervattensdetonationer. Alla variabler mäts årligen, i samband med fisket i augusti och början av september. Vegetations- och bottensubstratskattningar anges för hela detonationsytan.

Område	Företeelse	Mätvariabel	Metodmoment	Enhet	Prioritet
Station	Hydrografi	Djup		M	1
		Temperatur (0.5 m djup)		°C	1
		Salinitet (0.5 m djup)		Psu	1
		Siktdjup	Secchiskiva	M	1
		Turbiditet; omräknas till siktdjup		Ntu	1
		Vattenstånd		M	2
	Vegetation	Yttäckning per art	Skattat värde	%	1
		Vegetationsfri yta (bar botten)			
	Vegetationshöjd	Medelhöjd dominerande vegetation	Skattat värde	M	1
	Trådalgpåväxt	Femgradig skala (se tabell 2)	Skattat värde	0-4	1
	Trådalger täckning	Yttäckning trådalger inkl. påväxt	Skattat värde	%	1
	Bottensubstrat	Yttäckning per klass	Skattat värde	%	1
	Fisk	Antal per art och längdgrupp		Antal per mm längd	1

* <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Skyddad-natur/Natura-2000/Natura-2000-Kust-och-hav/>

5.2. Observations- och provtagningsmetoder

Två styrkor på sprängladdning har använts vid tidigare undersökningar. Den mindre består av en 1 g sprängkapsel med styrka EU nr 3 (tidigare klassning nr 8), och den större har i tillägg till sprängkapseln 10 g Pentex primer (RDX-baserat sprängämne). Denna kommer för närvarande i 25 g stavar som man får dela med kniv, så att man får 10 g sprängämne. På basen av de precisionsberäkningar som presenteras i Bilaga 1 föreslås att den större laddningen, det vill säga 10 g, används i kommande uppföljningsprogram, på samma sätt som gjorts i majoriteten av de undersökningar som utförts från 2005 och framåt.

Sprängkapslarna är icke-elektriska (nonel-typ) och används för att detonera större sprängladdningar. Med nonel-systemet detoneras laddningen under vattnet med hjälp av en tändapparat som kan vara antingen elektronisk eller av typ slagtändare. Detonationen förlamar eller dödar fiskar i storleksregistret 2 – 20 cm inom en radie av 2.5-6 m (10 g laddning; medeltal 4 m) beroende på fiskens art och storlek (Bilaga 2). Förekomst av tät vegetation kan minska påverkansradien, men det saknas uppgifter om i vilken omfattning.

Det är i första hand djur med större gasfyllda organ som lungor eller simblåsor som påverkas (Karlsson m.fl. 2004), och små fiskars känslighet för detonationer i den storlek det här är fråga om beror på att simblåsans funktion påverkas av tryckvågen från explosionen. Arter som saknar simblåsa fångas därför normalt inte. När det gäller andra vattenlevande organismer så förefaller till exempel kräftdjur som tångräka och pungräka inte påverkas (egna observationer, referenser i Karlsson m.fl. 2004). Det är inte känt i vilken mån metoden kan påverka till exempel groddjur. Detonationerna påverkar inte undervattensvegetation, förutom på de allra grundaste stationer där detonationen sker mycket nära botten, till skillnad från de flesta andra metoder för insamling av fiskyngel. Metoden har använts inom fågelskyddsområden vid ett flertal tillfällen, men eftersom ljudet från detonationen dämpas av vattnet så har inget avvikande beteende hos fåglar noterats. Det finns beräkningar för hur marina däggdjur, till exempel sälar, bävrar och tumlare, påverkas av undervattenssprängning (referenser i Karlsson m.fl. 2004), men dessa gäller laddningar som är i storleksordningen 10^6 gånger större än de som används vid yngelstudier och resultaten är därför inte möjliga att extrapolera. Erfarenheter från fältprovtagning visar dock att en människa kan ligga i vattnet ett tiotal meter från sprängningen utan kännbar påverkan (vilket förstås inte är tillrådligt), och därför torde motsvarande gälla för säl och tumlare. Ett säkerhetsavstånd om minst 50 m till människor, sälar och tumlare i vattnet är tillrådligt. Eftersom de senare mycket sällan förekommer i de grunda miljöer där provtagningen utförs och dessutom skyggar för båtar, så bedöms risken för påverkan på dessa arter vara minimal.

Utförande

Två personer och en mindre, grundgående båt behövs för provtagningen. Den inleds genom att rätt position och djup för den utslumpade provfiskestationen söks upp med hjälp av GPS och ekolod. Laddningen apteras innan man nått fram till provtagningspunkten och provtagaren ställer sig beredd i fören av båten. Båten får långsamt glida fram mot provtagningspunkten varpå sprängladdningen läggs ut framför båten med ett längre metspö (ca 5 m långt) och detoneras mitt i vattenmassan. Det är viktigt att detonationen utförs snabbt och framför båten för att inte fisken ska skrämmas. Om stationen av någon anledning störs av båten före detonationen brunnit av bör stationen antingen flyttas eller så återkommer man till samma position senare under dagen när skrämseffekten från båten försvunnit. Detonationspunkten märks noggrant ut med en boj och position tas med GPS. Därefter samlas all död eller förlamad fisk in med långskaftade finmaskiga håvar för artbestämning, räkning och längdmätning. Fiskfångsten längdmäts per art. Om fångsten av en art på en station är stor kan ett slumpmässigt stickprov om minst 30 individer längdmätas i stället för hela fångsten. Indelning av fisken i årsyngel respektive äldre fisk görs i efterhand på basen av längdhistogram.

I de fall där även sjunken fisk och information om vegetation och botten typ insamlas, går en snorklare ner och söker av botten i en 5 m radie (detonationens effektradie för allmänna arter och storleksklasser är 3-5 m; Bilaga 2) kring varje

detonation och samlar in all sjunken fisk. Därefter görs en visuell skattning av yttäckning av olika arter av vegetation, bar botten samt bottensubstrat som ett integrerat mått för hela fångstyten. Även den genomsnittliga höjden på vegetationen med högst yttäckning noteras. Trådformiga alger karteras som en grupp, dels genom fri skattning av procentuell yttäckning, dels genom skattning av trådalgs påväxt i femgradig skala (Tabell 2). Trådformiga alger definieras i enlighet med Blomqvist m.fl. (2014) Appendix C, med undantaget att smalformiga *Ulva spp.* kategoriseras som trådformiga, samt att *Vaucheria* ej kategoriseras som trådformig utan skattas som separat taxa. Vid skattning av trådformiga alger görs ingen distinktion mellan lösliggande och fastsittande alger.

Idag saknas en standardiserad nationell metodik för punktbaserade skattningar av vegetation och bottensubstrat, trots att en hel del inventeringar, framför allt utförda med undervattensvideo, är punktbaserade. Pågående arbete med en undersökningstyp beträffande visuella undervattensmetoder för uppföljning av marina naturtyper och typiska arter (d v s för bentisk flora och fauna) rekommenderar en standardiserad provtagningsyta om 5 m² (Sundblad m.fl. 2013a). Då skattning av vegetation i båda fallen uttrycks som procent av ytan finns det inga statistiska problem med omräkning till jämförbara estimat. Den stora skillnaden torde ligga i taxonomisk upplösning, det vill säga möjligheten att identifiera olika taxa, arter och artkomplex, med olika metoder (Sundblad m.fl. 2013b). Snorkling, och framför allt dykning, ger generellt en högre taxonomisk upplösning än undervattensvideo, framförallt i miljöer där vegetationen växer i flera lager. Exempelvis kräver det makrofytindex som föreslagits som uppföljningsmetod för vegetation i grunda kustområden snorkling för artidentifiering. Eftersom skattningen av täckningsgrader görs art för art vid snorklingen, är det möjligt att i ett senare skede räkna om till exempel till funktionella grupper. Den vegetationsinventeringsmetod som föreslås här bör genom sin utformning ge data som är jämförbara med andra insamlingsmetoder.

Omgivningsfaktorer

Vattendjup mäts med djupmarkerad lina med en noggrannhet av en decimeter vid detonationspunkten.

Siktdjup mäts med Secchiskiva med en noggrannhet av en decimeter. Mätningen utförs innan detonationen intill provtagningspunkten, dock ej direkt på punkten för att undvika att fisken skräms iväg innan detonationen. Vid bottenstikt tas siktdjup från närmsta möjliga punkt som kan anses vara samma vattenmassa, alternativt kan vattenprov för grumlighetsmätning (turbiditet) tas.

Vattentemperatur och salthalt mäts på 0.5 m djup, gärna med en kombinerad salthalts- och temperaturmätare för fältbruk.

Vegetation, trådalgs påväxt samt bottensubstrat skattas av en snorklare inom en yta med 5 m radie från detonationspunkten. För vegetation noteras yttäckning för varje art i procent. Summan kan överstiga 100 % om vegetationen växer i flera täta skikt. Mängden påväxtalger på övrig vegetation skattas enligt en förenklad skala (Johansson & Persson 2007; Tabell 2.).

Tabell 2. Skala för skattning av trådalgs påväxt på övrig vegetation.

Klass	Beskrivning
4	"Kvävande", underliggande vegetation måste grävas fram och ser ut att må dåligt av täcket, alternativt bar botten med tät sammanhängande trådalgs matta
3	Kraftig trådalgs påväxt men underliggande vegetation ser frisk ut
2	Tydliga (ca 2-4 cm i diameter) ansamlingar av påväxtalger
1	Mindre ansamlingar (<2 cm i diameter) av trådar
0	Ingen eller enstaka trådar av påväxtalger

För bottenstrat bedöms yttäckning i procent för följande substratklasser enligt SS-EN ISO 14688-1 (2002): silt (<0.063 mm), sand (0.063-2 mm), grus (2-63 mm), sten (63-200 mm) block (>200 mm), klippa

5.3. Utrustningslista

Se bilaga 3

5.4. Tillvaratagande av prov och analysmetod

I de fall yngel inte säkert kan artidentifieras eller åldersbestämmas konserveras prover för senare analys genom att fisken sätts i 70 % alkohol eller fryses. Om möjligt tas detaljfoton på utbredd analfena, utbredda rygg- och bukfenor samt huvud i profil och uppifrån. Det bör gå att räkna antalet fjäll och/eller antalet myomerer längs sidolinjen på ett foto.

5.5. Fältprotokoll

Registrering av fångst och omgivningsdata samt inrapportering av data till datavärd bygger på elektronisk registrering där man vid provtagningstillfället registrerar fångst och omgivningsdata via Windows-baserad enhet. Se avsnitt Datavärd, databehandling längre ner i dokumentet för rutiner vid inrapportering till datavärd.

5.6. Bakgrundsinformation

Stödvariabler som insamlas i samband med yngelprovtagningen och som behövs för att tolka resultaten framgår av Tabell 1. Ytterligare en viktig stödvariabel utgörs av temperatursumma under tillväxtsången, det vill säga ett integrerat mått på vattentemperatur under isfria perioden av året. Denna kan erhållas genom kontinuerlig mätning av vattentemperatur med en temperaturlogger.

6. Andra förutsättningar inför undersökningens genomförande

6.1. Krav på tillstånd

För provtagning med detonationer behövs ett antal tillstånd. När konsulter anlitas för utförandet bör det av specifikationen för uppdraget klart framgå vem som ansvarar för att tillstånd söks och erhålls i tid inför provtagningen. Hanteringstiden för tillståndsgivning kan i vissa fall vara lång, och det kan vara en fördel om beställaren söker behövliga tillstånd i fall där tiden från att utförare bestäms till uppdraget ska utföras är kort.

Följande tillstånd behövs:

- Fisketillstånd från aktuella vattenägare.
- Tillstånd för provfiske med tryckvåg behövs enligt 2 kap 6 § förordning (1994:1716) om fisket, vattenbruket och fiskerinäringen. Ansökan om dispens för vetenskapliga skäl söks hos länsstyrelsen (21 § 2 kap samma förordning).
- Tillstånd att använda försöksdjur vilket fås från Jordbruksverket.
- Etisk prövning i djurförsöksetisk nämnd.
- Tillstånd att förvärva, inneha och förvara sprängmedel. Tillståndsgivning och tillsyn hanteras av brandförsvaret (SFS nr 2010:1011). I samband med fältinsatser på detaljplanelagt område behövs tillstånd för sprängning från Polisen. Det kan även vara bra att meddela aktuell länsstyrelses miljöenhet om provtagningen. Ytterligare information och de lagar som berör explosiv vara återfinns på Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps hemsida.
- I skyddade områden kan dispens för provfiske eller sprängning ibland krävas. Dispens söks hos länsstyrelsen.

Vid fältinsatserna ska den som genomför sprängningarna ha genomgått kurs i så kallad klenhållsprängning och därmed ha giltigt sprängkort, som också inkluderar dokumenterad kunskap om transport av farligt gods. Arbetsmiljöverkets föreskrifter i sammanhanget ska följas (AFS 2007:1). Sprängarbasen ska ha informerat deltagande fältpersonal om risker.

Grundkurser i sprängning som ger behörighet att utföra yngelprovtagning erbjuds av ett flertal företag som utbildar i sprängteknik. Kursen tar ca tre dagar i anspråk.

Det åligger utföraren att ordna så att tillstånden ovan och eventuellt andra erforderliga tillstånd finns innan undersökningen påbörjas.

6.2. Säkerhetsaspekter

Sprängämnen och toxicitet

Sprängämnet RDX som används i primer är inte klassat som miljöskadligt, och har låg potential för bioackumulering. Däremot är det giftigt vid förtäring, hudkontakt och inandning och försiktighet bör därför iaktas vid hanteringen. Vid höga koncentrationer kan RDX även vara toxiskt för vattenlevande organismer (Karlsson m.fl. 2004. Se även <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp78.pdf>). De mängder sprängämne som används vid yngelstudier är dock så små att risken för lokala toxiska effekter torde vara obefintlig. Ser man till den potentiella spridningen av sprängrester från yngelprovtagningar, utgör den en försvinnande liten del av den totala spridningen av sprängämnesrester till vatten. Även under år med omfattande provtagning används inte mer än ca 5-10 kg sprängämne totalt längs svenska kusten. Detta kan jämföras med de 50.000 ton sprängämne som används i Sverige varje år, varav man räknar med att så mycket som 10-20% av sprängresterna kan läcka ut i vatten. Av detta läckage är det främst utsläppen av kväve man uppmärksammar när det gäller miljöpåverkan (Tilly m.fl. 2006).

När det gäller sprängkapslar används olika sprängämne beroende på fabrikat/typ. Det är viktigt att välja en typ av kapsel där sprängämnet inte är toxiskt för vattenorganismer.”

7. Kvalitetssäkring

7.1. Fältarbete

Provtagning i fält ska utföras av erfaren provtagare för att säkerställa god kvalitet. De tillstånd som behövs för yngelprovfiske med detonationer finns beskrivna under punkten 6.1.

7.2. Laboratorieanalyser

Eftersom tillväxten hos fisk varierar mycket med lokala förhållanden kan den gränsen variera mellan områden och år. I svåra fall kan fisk åldersbestämmas på laboratorium. Åldersanalyserna är krävande och därför rekommenderas nyttjande av laboratorier som har bred erfarenhet samt rutiner för interkalibrering. Inom SLU Aquas laboratorier pågår fortlöpande utveckling av kvalitetssäkrade metoder.

7.3. Utbildning

Vid fältinsatserna ska den som genomför sprängningarna ha genomgått kurs i så kallad klenhållsprängning och därmed ha giltigt sprängkort, som också inkluderar dokumenterad kunskap om transport av farligt gods. Arbetsmiljöverkets föreskrifter i sammanhanget ska följas (AFS 2007:1).

Grundkurser i sprängning som ger behörighet att utföra yngelprovtagning erbjuds av ett flertal företag som utbildar i sprängteknik. Kursen tar ca tre dagar i anspråk.

Se även punkt 6.1.Krav på tillstånd

7.4. Rapportering

En viktig funktion för naturreservat och naturtyper är ofta att de ska fungera som lek- och uppväxtmiljö för fisk. Följaktligen har statusen för dylika rekryteringsområden föreslagits utgöra ett bevarandevärde för skyddade områden, med föreliggande undersökningstyp som central uppföljningsmetod. Förslag till målformuleringar och indikatorer som tagits fram i tidigare arbeten (Johansson 2010, Dahlgren m.fl. 2011) genomgår nu en översyn och kommer därefter att operationaliseras. En aspekt att beakta i det kommande arbetet är att indikatorer och målnivåer behöva regionaliseras, eftersom förutsättningarna för fiskbestånden varierar längs den svenska kusten.

Metoder för statistisk bearbetning av resultaten är inte fullt utarbetade. Beräkningarna i Bilaga 1 och erfarenheter från tidigare analyser av yngeldata visar att man har stor variation mellan replikat på områdesnivå och dessutom en hög andel nollor och därmed skeva fördelningar. För sådana dataset kan analyser som bygger på medelvärden per område i stället för de individuella mätningarna vara effektiva. Detta visas även av den högre andelen förklarad variation i beräkningarna med område som replikat jämfört med de där enskilda stationer utgjort replikat. Om man vill nyttja enskilda replikat i analyserna kan man till exempel använda generaliserade linjära modeller, där man tillämpar en statistisk fördelning som tar hänsyn till den höga andelen nollvärden, eller generaliserade linjära mixade modeller, som dessutom kan hantera slump effekter (random effects). Såna modeller lämpar sig både för att jämföra diskreta grupper (till exempel olika tidsperioder eller referensvärden + aktuella mätvärden) och för att undersöka kontinuerliga förändringar över tid. Flera alternativa analysupplägg kan bli aktuella inom uppföljningen av bevarandemål beroende på frågeställning och datatillgång. Genom att använda stödvariabler, kovariater, i analyserna kan man ytterligare öka möjligheterna att detektera förändringar i målindikatorerna över tid. Framför allt vattentemperaturen, uttryckt som medeltemperatur eller temperatursumma under ynglens första månader har en stor effekt på yngelproduktionen (Karås och Neuman 1981). Även till exempel vattnets siktdjup och salthalt kan ha potential som stödvariabler i analyserna (Sandström m.fl. 2005, Bergström m.fl. 2007).

8. Dataleverans

Datavärd för data som insamlats enligt denna undersökningstyp är Institutionen för akvatiska resurser, SLU. Nationella och regionala data som samlas in inom ramen för aktuell undersökningstyp lagras i kustfiskedatabasen KUL. Inrapportering av data till datavärd bygger på elektronisk registrering via Kustlaboratoriets inmatningssystem Kreg där man vid provtagningstillfället registrerar fångst och omgivningsdata via en Windows-baserad platta eller dator. Vid de tillfällen utförare inte har möjlighet att registrera fångst elektroniskt i fält, kan pappersblankett i bilaga

4 användas och registrering i Kreg görs i efterhand för leverans till datavärd. För att kunna registrera provfisket via Kreg behöver fisket planeras i förväg. Planering av provfisket utförs gemensamt av ansvarig personal på Kustlaboratoriet och utförare av fisket. Det planerade fisket innehåller all nödvändig information om provfisket, och utförare bör kontakta datavärd i god tid inför provtagning för att säkerställa att all information om fisket blir korrekt. Planeringen resulterar i en fil som importerar till Kreg och används för registreringen. Efter avslutat provfiske säkerhetskopieras fisket och en kopia skickas till datavärd för kontroll och överföring till kustfiskedatabasen.

9. Synergieffekter

Det är en fördel om undersökningar av vegetation och fiskreproduktion kan samordnas vid uppföljning av ekologisk status. Även samordning med övrig miljöövervakning, till exempel av äldre livsstadier av fisk, av bottenfauna, miljögifter och så vidare, stärker möjligheterna att detektera och förstå orsaker till miljöförändringar. Se 1. Bakgrund.

10. Tids- och kostnadsuppskattning

10.1. Fasta kostnader

För beräkning av materialkostnader kan följande summor användas som riktgivande (2018 års priser) :

- Tändsystem Nonel: 7600 kr (Exel Start 2)
- Sprängkapslar 1 g: 30 kr per styck (Exel; 6-8 m lång kabel)
- Sprängämne 10 g: 5 kr per styck (25 g Pentex Primer delas manuellt)
- Metspön, håvar, mätbrädor och sorteringsvannor: 500 kr totalt

Till detta kommer kostnader för bil, båt, snorkelutrustning och vattenprovtagning, och eventuellt en Windows-baserad surfplatta/dator för registrering av data i Kreg i fält.

10.2. Tidsåtgång

Förberedelser, kontakter, tillstånd: 2-5 dagar. Utredning av vattenägarförhållanden kan ibland vara tidskrävande och därmed är denna post svår att skatta.

Provfiske: 2 personer provtar 20-30 stationer under en arbetsdag om man använder 10 g laddning och enbart flytande fisk samlas in. Om snorkling med vegetations- och bottenypskartering samt insamling av sjunken fisk ingår kan ca 10-15 stationer provtas under en arbetsdag. Tidsåtgången kan vara mycket variabel beroende på lokala förhållanden (till exempel transportsträckor, mängd fisk, väderförhållanden) och erfarenhet hos provfiskarna.

För att följa yngelproduktionen på bassängsnivå med en nöjaktig precision (50% av medelvärdet) bör man provta totalt ca 120 stationer fördelade över ett antal

områden med 10-20 stationer i varje. Detta motsvarar ca 160 timmar (insamling av flytande fisk, snorkling och vegetationskartering). För en god precision på bassängsnivå (20% av medelvärdet) bör man provta totalt ca 500-600 stationer, vilket motsvarar ca 640-800 timmar.

För att följa yngelproduktionen på områdesnivå, till exempel vid uppföljning av skyddade områden, når man en nöjaktig precision (50% av medelvärdet) med ca 70 stationer per område, motsvarande ungefär 90 timmar med snorkling.

Dataläggning och efterarbete: 1-2 dagar per vecka i fält.

11. Övrigt

Detonationsprovtagning och art- och habitatdirektivets arter

De fiskarter som finns upptagna i art- och habitatdirektivets bilaga 4 och 5 (för Sverige aktuella arter: asp, nissöga, siklöja, sik, stensimpa, flodnejonöga, lax, harr) får enligt direktivets § 15 och bilaga 6 a inte provtas med sprängning. I praktiken torde inte denna reglering utgöra något problem, eftersom de för Sverige ingående fiskarterna är ovanliga i direktivets naturtyper. Hittills har ingen av arterna som omnämns i bilaga 4 och 5 påträffats vid yngelprovtagning med tryckvåg, trots omfattande inventeringar med metoden (över 17 000 granskade provtagningspunkter).

12. Författare och kontaktpersoner

Kontakt Havs-och vattenmyndigheten:

E-post: miljoovervakning@havochovatten.se

Författare och experter

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser:

Ulf Bergström, Göran Sundblad, Ronny Fredriksson, Peter Karås och Alfred Sandström

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), ArtDatabanken:

Christina Halling

För frågor gällande provtagningsmetodiken kan man kontakta Ulf Bergström (ulf.bergstrom@slu.se) eller Göran Sundblad (goran.sundblad@slu.se), samt Ronny Fredriksson (ronny.fredriksson@slu.se) gällande databasfrågor.

13. Referenser

Arbetsmiljöverket. 2007. Sprängarbete. Arbetsmiljöverkets föreskrifter om sprängarbete samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna. AFS 2007:1.

Bergström U, Sandström A, Sundblad G 2007. Fish habitat modelling in Baltic Sea archipelago region. BALANCE report 11. <http://balance-eu.org/xpdf/balance-interim-report-no-11-new.pdf>.

Bergström U, Bergström L, Carlén I, Isaeus M 2011. GIS-baserade metoder för att kartlägga fiskars livsmiljöer i grunda havsområden. Naturvårdsverkets rapport 6427.
Blomqvist M, Wikström SA, Carstensen J, Qvarfordt S & Krause-Jensen D 2014. Response of coastal macrophytes to eutrophication. Waters rapport 2014:2. Havsmiljöinstitutet. 82 sid.

Craig JF 2008. A short review of pike ecology. *Hydrobiologia* 601: 5-16.

Dahlgren T, Lindegarth M, Kilnäs M, Hammersland J 2011. Manual för uppföljning av marina miljöer i skyddade områden. Naturvårdsverket 2011, remissversion 3.3.6.

Eriksson BK, Sandström A, Isæus M, Schreiber H, Karås P 2004. Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61: 339–349.

Eriksson BK, Ljunggren L, Sandström A, Johansson G, Mattila J, Rubach A, Råberg S, Snickars M 2009. Declines in predatory fish promote bloom-forming macroalgae. *Ecological Applications* 19: 1975–1988.

Eriksson BK, Sieben K, Eklöf J, Ljunggren L, Olsson J, Casini M, Bergström U 2011. Effects of altered offshore food webs on coastal ecosystems emphasizes the need for cross-ecosystem management. *Ambio* 40: 786-797.

Erlandsson M, Fredriksson R, Bergström U 2021. Kartläggning av viktiga uppväxtområden för fisk i grunda kustområden i Östersjön. Aqua reports, Sveriges lantbruksuniversitet.

Fredriksson R, Bergström L 2012. Utvärdering av metoder för miljöövervakning av kustfisk i relation till biogeografisk uppföljning samt utveckling av metoder för övervakning av typiska fiskarter. PM till Naturvårdsverket 2012-10-31.

Fredriksson R, Erlandsson M, Bergström U 2021. Kartläggning av viktiga uppväxtområden för fisk i grunda kustområden i Västerhavet. Aqua reports, Sveriges lantbruksuniversitet.

Hansen J, Johansson G, Persson J 2008. Grunda havsvikar längs Sveriges kust. Mellanårsvariationer i undervattensvegetation och fiskyngelförekomst. Länsstyrelsen i Uppsala län 2008:16.

Hansen, J. 2016. Uppföljning av bottenvegetationen i grunda vikar. Havsmiljöinstitutets rapport nr 2016:2

Hansen JP, Sundblad G, Bergström U, Austin ÅN, Donadi S, Eriksson BK, Eklöf JS 2019. Recreational boating degrades vegetation important for fish recruitment. *Ambio* 48: 539-551.

HELCOM 2012. Indicator-based assessment of coastal fish community status in the Baltic Sea 2005-2009. *Baltic Sea Environment Proceedings* 131: 1–148. HELCOM, Helsingfors, Finland.

Isæus M 2004. Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Doktorsavhandling, Botaniska institutionen, Stockholms universitet.

Johansson G och Persson J 2007. Manual för basinventering av marina habitat (1150, 1160 och 1650) - Metoder för kartering av undervattensvegetation. Version 5 fastställd 2007-03-29.

http://hydrophyta.se/media/PDF/Manual_basinventering_115011601650.pdf

Johansson M 2010. Biogeografisk uppföljning -förslag till variabler, indikatorer och datainsamling för delsystem Hav. Delsystemrapport, hav, version 2.2, 2010-11-30

Karlsson M 2015. Undersökningstyp: Provfiske i Östersjöns kustområden - Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiknsät. Havs- och vattenmyndigheten. Programområden Kust och Hav.

Karlsson R-M, Almström H, Berglind R 2004. Miljöeffekter av undervattenssprängningar – en litteraturstudie. FOI-R-1193-SE, ISSN 1650-1942.

Karås P, Neuman E 1981. First year growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) and roach (*Rutilus rutilus* L.) in a heated Baltic Bay. Rep. Institute of Freshwater Research Report 59: 48-63.

Lindahl U 2019. Inventering och övervakning av vegetation och fiskyngel vid Blekingekusten 2017. Länsstyrelsen i Blekinge län, rapport 2019:1.

Ljunggren L, Sandström A, Bergström U, Mattila J, Lappalainen A, Johansson G, Sundblad G, Casini M, Kaljuste O, Eriksson BK 2010. Recruitment failure of coastal predatory fish in the Baltic Sea is coincident with an offshore system shift. *ICES Journal of Marine Science* 67: 1587-1595.

Moksnes P-O, Eriander L, Hansen J, Albertsson J, Andersson M, Bergström U, Carlström J, Egart J, Fredriksson R, Granhag L, Lindgren F, Nordberg K, Wendt I, Wikström S, Ytreberg E 2019. Fritidsbåtars påverkan på grunda kustekosystem i Sverige. Havsmiljöinstitutets rapport 2019:3.

Naturvårdsverket 2011. Vägledning till Sveriges naturtyper i art- och habitatdirektivet.

O’Keeffe DJ 1984. Guidelines for predicting the effects of underwater explosions on swimbladder fish. Technical report 82-326. Silver Spring, MD: Naval Surface Weapons Center.

Sandström A, Eriksson BK, Karås P, Iseaus M, Schreiber H 2005. Boating and navigation activities influence the recruitment of fish in a Baltic Sea archipelago area. *Ambio* 34, 125-130.

Sandström A, Bergquist B, Ragnarsson-Stabo H, Andersson M. 2012. Fiskundersökningar i Vänerens strandzon - en test av två kvantitativa provtagningsmetoder. Vänerens vattenvårdsförbunds rapport nr 69.

Schreiber H, Persson J 2010. Fiskyngel i Långvind och Harkskär sommaren 2009. Länsstyrelsen Gävleborg Rapport 2010:08.

Snickars M, Sandström A, Lappalainen A, Mattila J 2007. Evaluation of low impact pressure waves as a quantitative sampling method for small fish in shallow water. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 343: 138–147.

Snickars M, Sandström A, Lappalainen A, Mattila J, Rosqvist K, Urho L 2009. Fish assemblages in coastal lagoons in land-uplift succession: the relative importance of local and regional environmental gradients. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 247–256.

Sundblad G, Berglund J, Dahlgren K, Paz Von Friesen C, Näslund M, Halling C, Gezelius L, 2013: Utvärdering av provtagningsyta med undervattensvideo – diversitet, precision och kostnad. *AquaBiota Rapport* 2013:08

Sundblad G, Näslund M, Halling C, Berglund J, Lindegarth M, 2013b: Utvärdering av metoder för tolkning av undervattensfilmer – Repeterbarhet, precision och kostnad. *AquaBiota Rapport* 2013:07.

Sundblad G, Bergström U 2014. Shoreline development and degradation of coastal fish reproduction habitats. *Ambio* 43: 1020-1028.

Sundblad G, Härmä M, Lappalainen A, Urho L, Bergström U 2009. Transferability of predictive fish larvae distribution models in two coastal systems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 83: 90-96.

Sundblad G, Bergström U, Sandström A 2011. Ecological coherence of MPA networks: a spatial assessment using species distribution models. *Journal of Applied Ecology* 48: 112-120.

Sundblad G, Bergström U, Sandström A, Eklöv P 2014. Nursery habitat availability limits adult stock sizes of predatory coastal fish. ICES Journal of Marine Science 71: 672-680.

Svensson R, Gullström M, Lindegårdh M 2011. Dimensionering av uppföljningsprogram: komplettering av uppföljningsmanual för skyddade områden. Havsmiljöinstitutet och Göteborgs universitet.

Tilly L, Ekvall J, Borg G, Ouchterlony F 2006. Vattenburna utsläpp från sprängning och sprängmassor. SveBeFo Rapport 72, ISSN 1104 – 1773.

14. Uppdateringar, versionshantering

Version 1.0, 2021-10-04

15. Bilagor

Bilaga 1. Analyser för bestämning av provtagningsstrategi för yngelprovtagning med tryckvåg

Bilaga 2. Effektiv fångstyta för olika arter och storlekar av yngel

Bilaga 3. Utrustningslista

Bilaga 4. Fältprotokoll