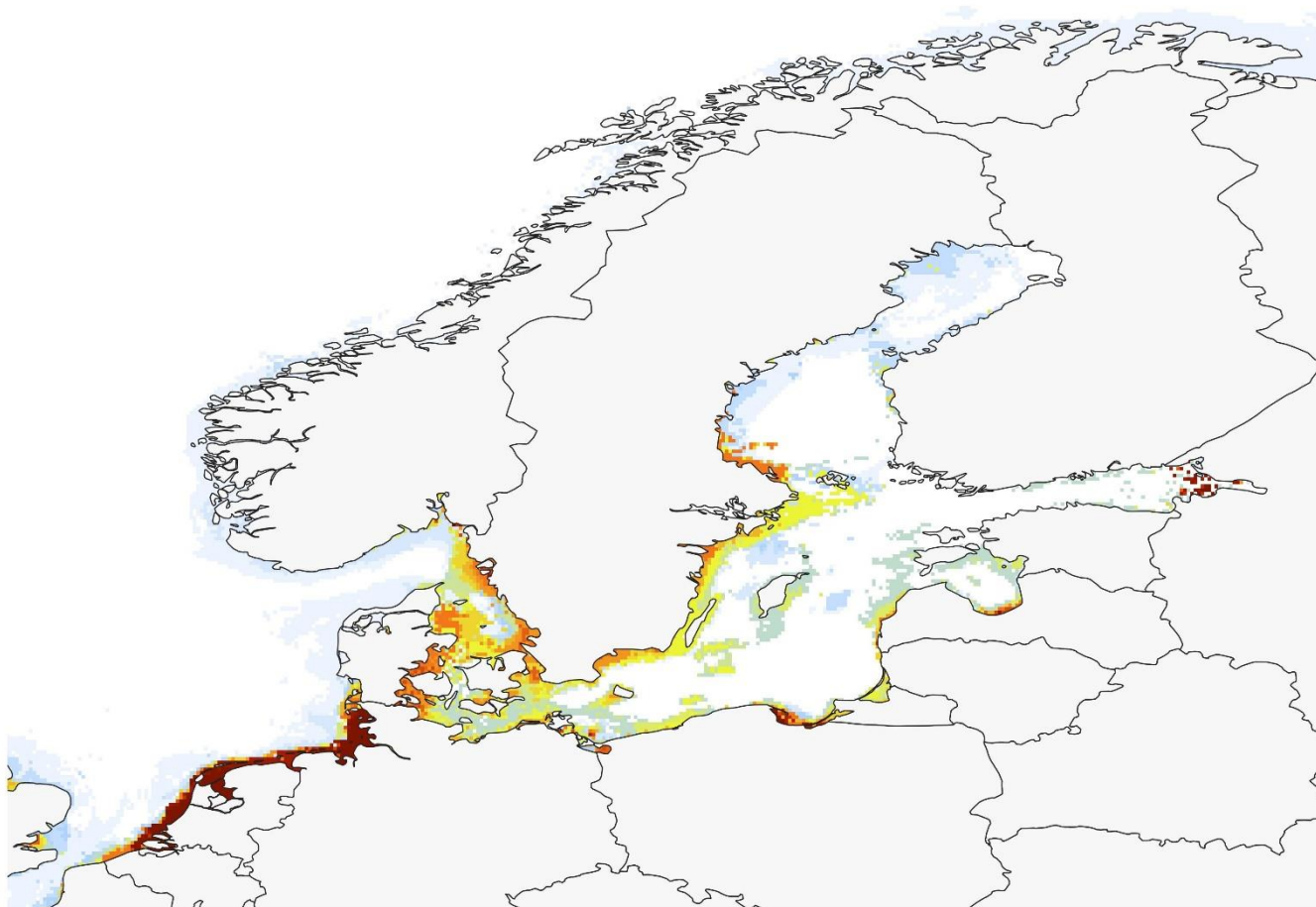


Provtagningsdesign för övervakning av främmande arter



Övervakning i marin miljö



Provtagningsdesign för övervakning av främmande arter

Övervakning i marin miljö

JOHANNA BERGKVIST¹

MARINA MAGNUSSON¹

MATTHIAS OBST²

PER SUNDBERG²

GUNNAR ANDERSSON³

¹Marine Monitoring AB, ²SeAnalytics AB, ³Statens veterinärmedicinska anstalt

Den här rapporten har tagits fram av Havs- och vattenmyndigheten.
Myndigheten ansvarar för rapportens innehåll och slutsatser.

© HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN | Datum: 2020-09-24, uppdaterad 2020-11-25

ISBN 978-91-88727-86-2 | Omslagsfoto: SeAnalytics AB (CC BY)

Havs- och vattenmyndigheten | Box 11 930 | 404 39 Göteborg | www.havochvatten.se

Förord

Havs- och vattenmyndigheten har tagit fram ett övervakningsprogram för främmande arter i marin miljö. Modellresultat om spridning av främmande arter ger vägledning var övervakningen bör prioriteras för att tidigt kunna upptäcka nyintroduktioner.

Invasiva arter är ett globalt problem som behandlas på FN- och EU-nivå och i de regionala havsmiljökonventionerna Helcom och Ospar, med krav och åtaganden att upprätta övervakningssystem i marin miljö. Övervakningssystemet ska tidigt kunna upptäcka invasiva främmande arter som riskerar att negativt påverka ekosystems funktion och den biologiska mångfalden, inklusive "dörrknackarter", arter som ännu inte introducerats.

De traditionella miljöövervakningsprogrammen designades främst för att följa upp långsiktiga och storskaliga förändringar i miljön. Den nya övervakningen möjliggör också att följa förändringar i förekomst av invasiva arter i större skala. Övervakningsdata ska utgöra underlag för att besluta om vilka och var åtgärder kan sättas in för att ge störst effekt. Övervakningsdata ska också bidra till bedömningar av vilket bidrag främmande arter har för miljöstatus i Östersjön och Nordsjön, men också för att följa upp de nationella miljömålen.

Föreliggande rapport visar hur ett program för tidig upptäckt av invasiva arter i den marina miljön skulle kunna läggas upp. Eftersom spridningsvägar för invasiva arter kan vara svåra att förutsäga, men det samtidigt inte finns möjlighet att övervaka allting överallt, bygger metoden på en noggrann inventering av risker och mest sannolika spridningsvägar, så att man genom ett klokt urval av platser och metoder kan maximera möjligheten att man upptäcker invasiva arter i tid.

Rapporten har beställts av Havs- och vattenmyndigheten som ett led i vår uppbyggnad och förbättring av en långsiktig övervakning av invasiva arter i den marina miljön. Den bör vara av intresse både för miljöövervakare på nationell, regional och kommunal nivå, men även för forskare och utvecklare av nya metoder för denna övervakning.

Synpunkter på rapporten har lämnats av utredarna Susanne Eriksson, Michael Haldin, Lars Johan Hansson, Karl Norling och Kristina Samuelsson. Ansvarig för detta utvecklingsprojekt samt granskare och redaktör för rapporten har varit utredaren Erland Lettevall.

Havs- och vattenmyndigheten 2020-09-24

Mikael Krysell, enhetschef

Sammanfattning

Denna rapport beskriver metod och resultat för identifiering av optimala övervakningsstationer för tidigt upptäckt av marina invasiva främmande arter samt uppföljning av dess spridningsmönster. Metoden är baserad på beräkning av en samlad invasionsrisk för 34 målarter som analyseras individuellt och samlade i relevanta ekologiska grupperingar som till exempel sötvattenstoleranta arter, marina arter eller bentiska arter. I analysen ingår tre faktorer:

- *Geografisk fördelning av lämpliga habitat beräknat med hjälp av utbredningsmodeller för varje art.*
- *Artspecifik riskbedömning.*
- *Introduktionsrisk i samband med fartygstrafik och vattenströmmar.*

Resultatet pekar på två separata spridningsmönster för invasiva arter till marina miljöer i Sverige; spridning av marina arter längs nordeuropeiska kustvatten och spridning av sötvattenstoleranta arter via den europeiska kontinenten. Dessa två spridningsvägar analyserades separat och resultaten stöder en jämn fördelning av övervakningsstationer längs den svenska kusten mellan Strömstad och Gävle, med fokus på de områden som pekas ut av de marina modellerna på västkusten och de områden som pekas ut av sötvattensmodellerna på östkusten. De mest lämpliga övervakningsplatserna är hamnområden.

Summary

This report describes the method and results for identifying optimal monitoring stations for early detection of marine invasive alien species as well as monitoring their dispersal patterns. The method is based on the calculation of the total invasion risk for 34 target species that are analysed both individually and as relevant ecological groupings such as freshwater tolerant species, marine species or benthic species. The analysis includes three factors:

- *Geographical distribution of suitable habitats calculated using distribution models for each species.*
- *Species-specific risk assessment.*
- *Risk of introduction in connection with ship traffic and oceanographic currents.*

The results point to two separate dispersal patterns for invasive species to marine environments in Sweden; the spread of marine species along northern European coastal waters and the spread of freshwater tolerant species across the water bodies of the European continent. These two distribution paths were analysed separately and the results support an even distribution of monitoring stations along the Swedish coast between Strömstad and Gävle, with a focus on the areas identified by the marine models on the west coast and the areas identified by the freshwater models on the east coast. The most suitable monitoring sites are port areas, while existing monitoring sites should be reused as much as possible.

Innehåll

Uppdraget	9
Bakgrund	10
Analys av högriskområden	11
Metodbeskrivning	11
Geografiskt omfång	11
Artdata	11
Miljödata	12
Introduktionsdata	12
Modellering	12
Analys av samlad invasionsrisk	13
Resultat och slutsatser	14
Artspecifika utbredningskartor	14
Analys av spridningsmönster	15
Samlad invasionsrisk	15
Modellering av spridning av arter från sötvatten till Östersjön	16
Rekommendation för etablering av övervakningsstationer i marina miljöer	16
Provtagningsdesign	18
Provtagning	18
Antal besök	18
Kostnadseffektivitet	19
Återkommande övervakning	19
Bilagor	23
Bilaga I. Arter som ingått i modelleringen för att ta fram hotspots.	24
Bilaga II. Kort information om övervakningsstationer	25
Nordsjön	25
Östersjön	25
Bilaga III. Positioner och djup för relevanta delar av provtagning i Brofjorden 2016 och 2017	28
Bilaga IV. Positioner och djup för provtagning enligt eRAS 2017	29
Bilaga V. Positioner och djup för provtagning enligt eRAS 2019	31
Bilaga VI. Främmande arter funna 2016–2019	32
Referenser	36

Uppdraget

På uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten har Marine Monitoring AB och SeAnalytics AB tillsammans med Statens veterinärmedicinska anstalt tagit fram en provtagningsdesign för övervakning av främmande arter i *hotspots*. Designen ska utgöras av återkommande övervakning, över sexårsperioder, på 20 stationer fördelade inom Sveriges havsbassänger.

Bakgrund

Enligt EU:s förordning om invasiva främmande arter (IAS) ska medlemsstaterna ha ett övervakningsprogram för IAS. För att kunna genomföra övervakning av IAS är det viktigt att känna till statusen för de främmande arter som förekommer, samt takten med vilken nya arter tillkommer. I nuläget finns tillförlitliga data om förekomst av främmande organismer endast för ett fåtal hamnar.

FN:s barlastkonvention, antagen av Internationella sjöfartsorganisationen (IMO), trädde i kraft i september 2017. Enligt konventionen ska alla fartyg i internationell trafik behandla sitt barlastvatten enligt speciella kriterier. Dispens för utsläpp av orenat barlastvatten kan beviljas för fartyg i trafik mellan två hamnar, undantag ska baseras på riktlinjerna för riskbedömning som bygger på förekomsten av främmande organismer och skillnaden i salthalt jämförs mellan de berörda hamnarna.

För att kunna ta fram en provtagningsdesign har en modell för *hotspots* för marina främmande arter utvecklats för att peka ut övervakningsstationer för tidig upptäckt. Parametrar som ingår i modellen är relevanta miljövariabler samt observationer av "dörrknackarter" med hög risk för påverkan enligt ArtDatabankens risklista (Strand m.fl. 2018) och arter på Helcom Oskar *Target species list* (Helcom and Oskar).

Analys av högriskområden

Metodbeskrivning

Modellering av *hotspots* genomfördes med hjälp av utbredningsmodeller, så kallade Species Distribution Models (SDM) och ett särskilt arbetsflöde som utvecklats för att identifiera potentiella högriskområden för etablering och spridning av invasiva arter i svenskt vatten.

SDM-arbetsflödet som har använts i denna studie baseras på ett modelleringsupplägg utvecklat av Göteborgs universitet (Leidenberger m.fl. 2015; Laugen m.fl. 2015; Stelzer m.fl. 2013; Karlsson m.fl. 2019) vilket kan anpassas till specifika frågeställningar, till exempel den aktuella som fokuserar på marina arter eller liknande modelleringar i sötvatten. I denna studie modellerades ett stort antal kända invasiva arter som inte hunnit etablera sig i Sverige än, så kallade dörrknackarter. Modelleringsresultatet visar inte bara potentiella utbredningsområden för varje enstaka art, utan kan också användas för att kartlägga regioner där lämpliga habitat för ett stort antal invasiva arter överlappar med en ökad introduktionsrisk orsakad av skeppstrafik och oceanografiska förhållanden. Regioner med en hög samlad invasionsrisk det vill säga hög risk för introduktion och etablering, kan betraktas som invasiva *hotspots*.

Geografiskt omfång

Det geografiska område (studieområde) valt för att träna modellerna är Europas kustvatten inklusive Svarta havet, Medelhavet, nordöstra Atlanten och Östersjön. Projektioner av modellen gjordes för två regioner, Europa och Sverige. Analysen av modellernas projektioner med data från fartygstrafik och vattenströmmar gjordes endast för Sverige.

Artdata

Artslistan för målarter inhämtades av Hav- och vattenmyndigheten och innehöll framför allt dörrknackarter, arter med känd invasiv påverkan som inte är fullt etablerade i Sverige. Listan är tillgänglig i Bilaga I samt i projektdokumentationen på GitHub:s webbsida (https://github.com/biomobst/IAS_hotspot_model) under *input data*. Alla arter kategoriserades i en rad grupperingar som gör det möjligt att vikta, sortera, och jämföra de arts specifika utbredningskartorna enligt ekologiska eller riskbaserade kriterier. Grupperingar är följande:

- *Environment (phytobenthos, phytoplankton, zoobenthos, zooplankton)*
- *Salinity tolerance (estuarine, freshwater, marine)*
- *Habitat adult (benthic, holo-pelagic, symbiotic)*
- *Invasiv potential*, baserad på ArtDatabankens riskbedömning (1, 2, 3, 4, 5)
- *Taxonomic group (phylum level)*.

Artobservationer (*presence-only*) inhämtades för alla målarter från Obis länk (<https://obis.org/>) och GBIF:s webbsida (<https://www.gbif.org/>) samt från litteraturen i enstaka fall. Alla artobservationer reviderades och verifierades noggrant innan de användes i modellerna, överifierade poster kasserades.

Miljödata

Rutade (engelska *gridded*) miljödata tillgängliga som globala marina datalager genom Bio-Oracle webbsida (<http://www.bio-oracle.ugent.be/>) med en upplösning på 5 arc-min (Tyberghein m.fl. 2012) användes. Dessa datalager genereras från månatliga satellitdata (webbsida för Aqua-MODIS och SeaWiFS <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>) samt in-situ uppmätta oceanografiska data från World Ocean Database 2009 (Boyer *et al.* 2009). Följande datalager användes: Mean dissolved oxygen in ml/l (Oxy), Mean nitrate [NO₃] [NO₃ + NO₂] in Imol/l (NO₃), Mean phosphate in Imol/l (PO₄), Maximum sea surface temperature in °C (Max SST), Minimum sea surface temperature in °C (Min SST), Sea surface temperature range in °C (Range SST), Mean calcite concentration in mol/m³ (CaCO₃), Maximum chlorophyll A concentration in mg/m³ (Max ChlA), Minimum chlorophyll A concentration in mg/m³ (Min ChlA), Range of chlorophyll A concentration in mg/m³ (Range ChlA), Mean Sea ice concentration in % (Ice).

Introduktionsdata

Datalager för densitet i fartygstrafik (*measurement unit: all ship types AIS shipping density per year*) inhämtades från HELCOM Data Service webbsida (<https://helcom.fi/baltic-sea-trends/data-maps/>) för Östersjön, Kattegatt, och Skagerrak. Dessa datalager ingick inte i modellen, utan användes för att beräkna den samlade invasionsrisken för ett område baserad på modellernas projektioner och intensiteten i skeppstrafik.

Strömningsdata (*measurement unit: currents velocity in m⁻¹*) inhämtades från Bio-Oracle (se länk ovan). Dessa lager används dock inte direkt i modellen, utan för att manuellt lägga strömningsförhållanden över samlade utbredningsmönster från SDM-modellerna och på så sätt identifiera områden med hög risk för både introduktion och etablering av invasiva arter.

Modellering

Modelleringen baseras på en *machine learning* algoritm (*Random Forest*). En detaljerad förklaring av alla analytiska steg som ingår i modelleringen finns i Leidenberger m.fl. (2015) och Karlsson m.fl. (2019). Modellens källkod, samt indata och resultat med artspecifika och gruppbaseade projektioner finns tillgängligt på GitHub:s webbsida (https://github.com/biomobst/IAS_hotspot_model).

Artspecifika modeller skapades baserat på varje arts maximala utbredning inom studieområdet och de miljövariabler som anges ovan. *Random Forest*-modeller kördes med 10.000 bakgrundspunkter (inklusive ingångspunkter) dragna från

studieområdet. Alla modeller var inställda på att producera en sannolikhet i stället för binär projektion i rasterformat.

Modellerna testades med hjälp av *confusion matrices* och ROC-kurvor, och projicerades därefter med samma miljövariabler tillbaka i studieområdet. Resultaten visualiserades som kartor med potentiella utbredningsområden, det vill säga geografiska projektioner av lämpliga livsmiljöer.

Analys av samlad invasionsrisk

För att beräkna den samlade invasionsrisken integrerades följande faktorer i varje ekologisk grupp:

- Samlad sannolikhet att påträffa lämplig habitat, summerad för alla arter i en ekologisk grupp.
- Viktning av artspecifik sannolikhet för lämpliga habitat baserat på invasiv potential, där arter med högt riskutfall enligt Strand m.fl. (2018) fick mer vikt, medan arter med lågt riskutfall fick mindre vikt i den samlade projektionen (viktfaktorer 1–5).

Viktning av artspecifik sannolikhet för lämpliga habitat baserat på närheten till skeppstrafik, där arter med lämpligt habitat i rutor med skeppstrafik fick mer vikt på grund av ökad introduktionsrisk (viktfaktorer trafikintensitet/5000).

Kartor med samlad invasionsrisk för ekologiska grupper nedanför är tillgängliga på projektsidan (i mappen: *results/Raster files GROUPS (GeoTIFF format)*). Värden för samlad invasionsrisk uttrycks med två typer av logaritmiska skalor. Både viktning och skalning förklaras i *readme*-filen i samma mapp. Ekologiska grupperingar som analyserades är:

- *All species*, alla målarter
- *Marine*, endast egentliga marina arter; sötvattensarter och estuarina, eller brackvattenlevande, arter som oftast migrerar genom floder och sjöar i Europa och har sitt ursprung i den Ponto-Kaspiska regionen exkluderas
- *Freshwater*, endast sötvattentoleranta arter som oftast migrerar genom floder och sjöar i Europa och har sitt ursprung i den Ponto-Kaspiska regionen
- *Plankton*, endast holo-planktiska arter
- *Benthos*, endast arter som har en bentisk livsstil som adult
- *Zooplankton and zoobenthos*, endast djurarter
- *Phytoplankton and phytobenthos*, endast växtarter
- *Phytobenthos*, endast phytobenthosarter
- *Phytoplankton*, endast phytoplankton arter
- *Zooplankton*, endast zooplanktonarter
- *Zoobenthos*, endast zoobenthosarter.

Introduktionsrisk på grund av oceanografiska förhållanden analyserades endast manuellt genom att datalager med strömningsförhållande lades över samlade

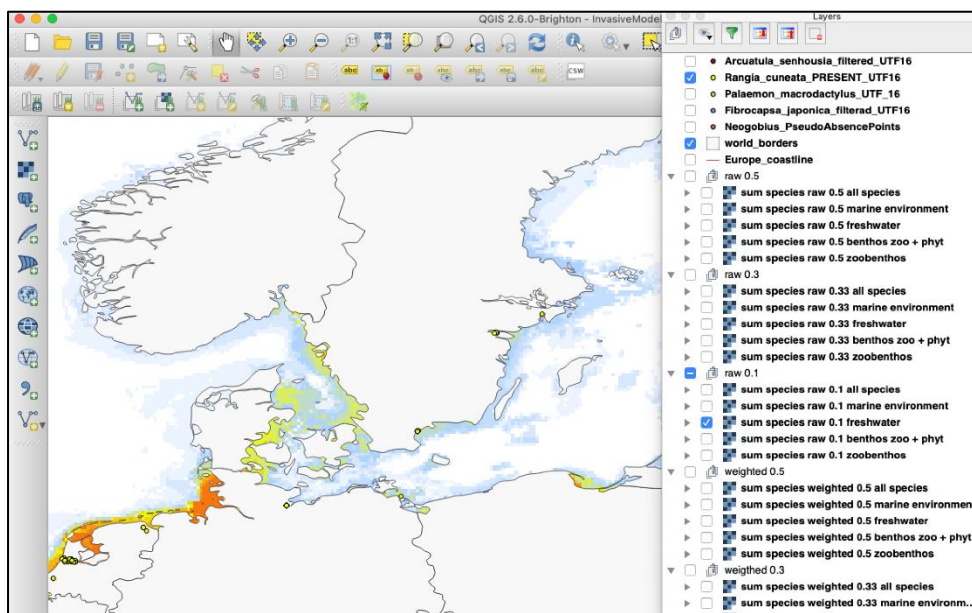
utbredningsmönster för varje ekologisk grupp och på så sätt identifierades områden med hög risk för både introduktion och etablering av invasiva arter.

Resultat och slutsatser

Alla testresultat är dokumenterat på projektsidan för GitHub:

https://github.com/biomobst/IAS_hotspot_model, i *Results*-mappen under *Confusion matrices* och *Test results*. Alla modeller visade goda testresultat (engelska *predictive performance*).

Sammanlagt finns 260 modellresultat tillgängliga på projektsidan. Resultaten produceras av de olika parametrarna (det vill säga *groupings*, *weightings*, och *scalings*) och inkluderar 172 artspecifika projektioner (116 png filer, 56 GeoTIFF filer) plus 88 gruppbaseade projektioner (GeoTIFF filer). Dessa kan analyseras tillsammans i en GIS-miljö för att undersöka vilket inflytande olika parametrar har på den samlade invasionsrisken (Figur 1).



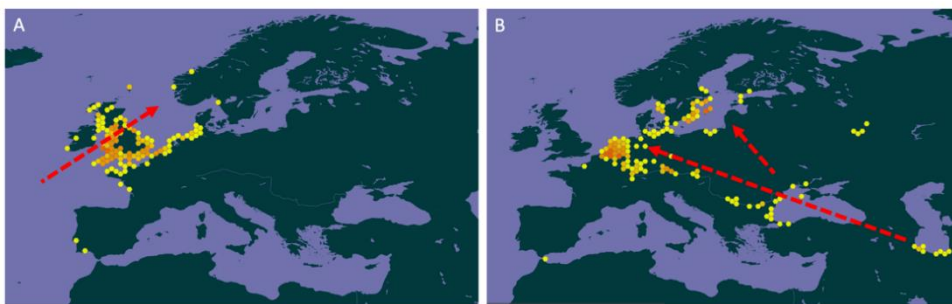
Figur 1. Exempel på jämförelse mellan modellens olika projektioner i GIS-miljö.

Artspecifika utbredningskartor

Individuella SDM-resultat på artnivå är tillgängliga på projektsidan (*results/Maps SPECIES*; *results/raster files SPECIES*). Kartorna visar lämplig livsmiljö för varje art som projektion i Europa (namn.Eur.png) och i Sverige (namn.Swe.png). Skalan är linjär från vit till mörkbrun, där 0 indikerar lägsta sannolikhet att hitta lämplig livsmiljö, och 1 indikerar högsta sannolikhet för att hitta lämplig livsmiljö. Träningspunkter (baserat på kända observationer) anges med röd cirkel på kartorna.

Analys av spridningsmönster

En analys av målarternas förekomster visade två huvudsakliga spridningsvägar till svenskt vatten (Figur 2). Marina arter anländer ofta till Nordsjön via de brittiska öarna eller den belgiska och holländska kusten och sprider sig sedan vidare till Sverige med havsströmmar eller fartygstrafik (Figur 2A). Denna spridningsväg kan även underlättas av Kielkanalen. Den andra spridningsvägen är genom europeiska sjöar och floder som mynnar vid den belgiska kusten i Nordsjön eller polska Gdanskbukten i Östersjön (Figur 2B). Härifrån kan arter via fartygstrafik sprida sig vidare till svenska hamnar. Arter kan möjligen också komma direkt med fartyg från till exempel Svarta havet till svenska hamnar eller till andra europeiska hamnar och vidare till Sverige.



Figur 2. Exempel på två typiska spridningsmönster för invasiva arter för (A) marina miljöer, baserat på förekomster av den australiensiska havstulpanen *Austrominius modestus*, och (B) sötvattens- och estuarina miljöer, baserat på förekomster av svartmunnad smörbult *Neogobius melanostomus*.

Samlad invasionsrisk

Sammanlagt analyserades 34 målarter, varav 28 arter är kända som dörrknackare, medan sex arter redan är etablerade i stora delar av landet. Målarterna var ojämnt fördelat bland de olika ekologiska grupperna, med huvuddelen i *Zoobenthos* (25 arter), medan de andra grupperna innehöll några få arter *Phytoplankton* (6), *Phytobenthos* (3), *Zooplankton* (1). Val av arter med hänsyn till salinitetstolerans visade en större vikt på marina miljöer som är i enlighet med uppdragsbeskrivning där huvudfokus ligger på den marina miljön. Det ingick 23 arter som lever i marina habitat och 12 arter som lever i estuarin- eller sötvattensmiljö. Med denna uppdelning av målarterna som bakgrund undersöktes den samlade invasionsrisken separat för den svenska västkusten (med huvudsakligen marina livsmiljöer) och den svenska ostkusten (med miljöer i brack- eller sötvatten).

En analys av känslighet av resultaten för de olika faktorerna (lämpligt habitat, artspecifik riskbedömning och närheten till fartygstrafik) som bidrar till den samlade invasionsrisken visade att resultatet var mycket robust mot ändringar av dessa parametrar. Kartorna över lämpliga habitat (dvs modelleringen) var ofta konsistenta med kartorna av samlad invasionsrisk där fartygstrafik och artspecifik riskbedömning ingick i beräkningarna, det vill säga områden med stor samlad invasionsrisk var oftast samma som områdena med lämpligt habitat.

Den mest relevanta gruppering för marina miljöer är *Marine* (Figur 3). Projektioner av dessa modeller skilde sig inte betydande i sina projektioner längs västkusten från modellerna i *Zoobenthos* och *All species*. Tillsammans utpekar dessa modeller områden med hög risk för introduktion och etablering av marina invasiva arter i närheten av Koster, Brofjorden, Gullmarn, Göteborgs skärgård och Halmstad-Ängelholm. De marina modellerna visade inga större högriskområden längs den svenska ostkusten. Den samlade invasionsrisken visar ett område i Bottenviken (Luleå) med ökad invasionsrisk. Manuell inspektion av arternas individuella utbredningskartor visade dock att det endast finns en art med lämpligt habitat i Bottenviken (*Acipenser gueldenstaedtii*), och att signalen för samlad invasionsrisk troligen orsakas av den stora fartygstrafiken i området.

Den mest relevanta grupperingen för estuarin-, bräckt- eller sötvattenshabitat är *Freshwater* (Figur 4). Projektioner av dessa modeller skilde sig inte betydande från modellerna i *Zoobenthos* och *All species*. Tillsammans utpekar dessa modeller områden med hög risk för introduktion och etablering av sötvattenstoleranta invasiva arter – både på öst- och västkusten. Dessa områden ligger i närheten till Brofjorden–Gullmarn, Halmstad, Simrishamn–Karlskrona, Norrköping–Stockholm, och Hargshamn–Gävle. Inga modeller visade större högriskområden i Östersjön norr om Gävle.

Modellering av spridning av arter från sötvatten till Östersjön

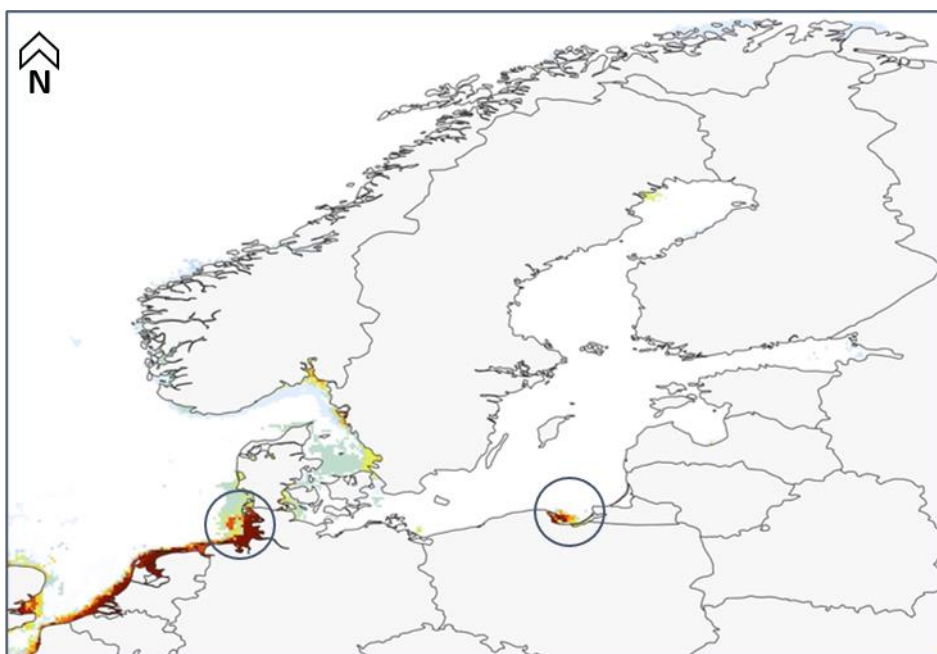
Det är viktigt att påpeka att egentliga sötvattensarter – som inte alls tolererar estuarint eller marint vatten – inte är inkluderade i analysen. Detta av två anledningar, för det första har uppdragsformuleringen ett tydligt fokus på utredning av högriskområden för marina miljöer, för det andra bygger den analytiska ansatsen på att träna modellerna i kustnära miljöer där miljödatalager finns tillgängliga. Om arterna endast förekommer i sjöar och floder finns i nuläget inga miljödata tillgängligt för att träna modellerna. Detta betyder att modellerna i nuläget inte kan beräkna etableringsrisk för arter som kan sprida sig direkt från sjöar eller floder till Bottenhavet och Bottenviken. Exempel på dessa arter är kräftdjursarterna *Dikerogammarus villosus* (killer shrimp) och *Pontogammarus robustoides* samt cyanobakterien *Cylindrospermopsis raciborskii*. Det rekommenderas därför att fortsätta utveckla detta modelleringsupplägg genom att inkludera datalager för miljövariabler i kontinentalt sötvatten. Detta skulle möjliggöra beräkning av invasiva högriskområden för alla sötvattensmiljöer i Sverige, inklusive svenska sjöar, floder, Bottenhavet och Bottenviken.

Rekommendation för etablering av övervakningsstationer i marina miljöer

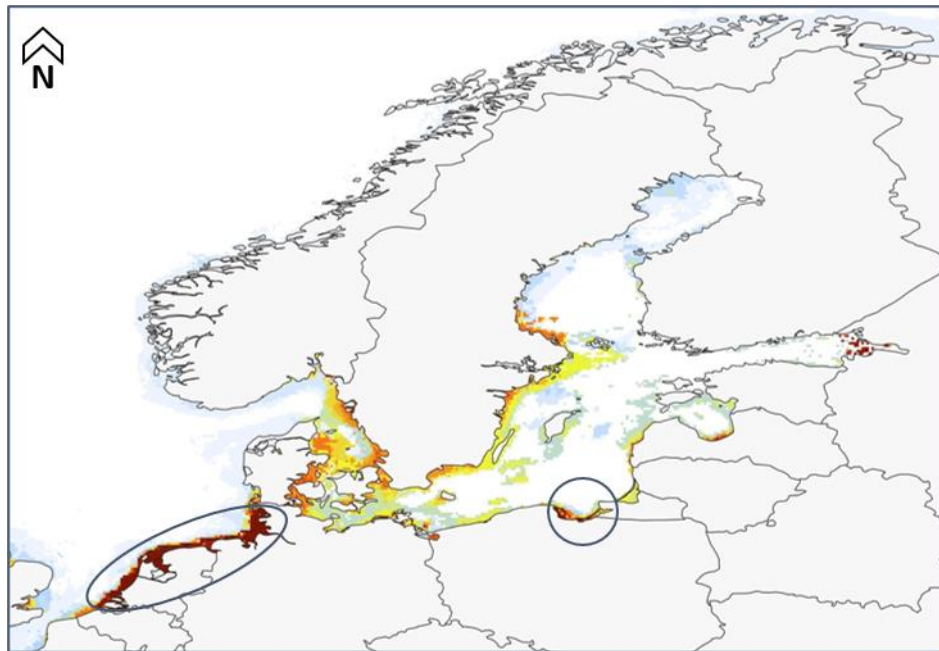
Baserat på alla modellernas sammanfattande resultat rekommenderas en jämn fördelning av övervakningsstationer längs den svenska kusten mellan Strömstad och Gävle, med fokus på de högriskområden som pekas ut av de marina modellerna på västkusten och sötvattensmodellerna på östkusten. Med utgångspunkt från de starkaste signalerna i modellresultatet så faller området kring Gävle bort, signalen i

Gävle är även starkt påverkat av trafiken och kommer i mindre utsträckning från lämpligt habitat. Vill man av strategiska skäl täcka in Bottenviken i övervakningsprogrammet så rekommenderas att nedprioritera en station på Gotland för att fånga in Gävle med en aktiv och trafikerad hamn. En liknande modellering av sötvattensarter för sjöar och vattendrag planeras att genomföras av Havs- och vattenmyndigheten. Vi rekommenderar att även inkludera Bottniska viken i ett sådant uppdrag.

De mest lämpliga övervakningsplatserna är hamnområden, om möjligt ska stationerna provtas i samordning med annan miljöövervakning, undersökning eller inventering där stationerna ligger i närheten.



Figur 3. Resultat av modelleringen som visar samlad risk för introduktion och etablering av främmande marina arter. Färgskalan går från låg till hög risk (blå–grön–gul–röd). Inringade områden indikerar högriskområden för spridning av marina arter till Sverige (Helgolandsbukten och Gdanskbukten). Skala: 1:2 500 000.



Figur 4. Resultat av modelleringen som visar samlad risk för introduktion och etablering av främmande brackvattensarter och sötvattenstoleranta arter. Färgskalan går från låg till hög risk (blå - grön - gul - röd). Inringade områden indikerar högriskområden för spridning av främmande arter till Sverige (Belgiska kusten, Helgolandsbukten, och Gdanskbukten). Skala: 1:2 500 000.

Provtagningsdesign

Provtagning

Provtagning utförs enligt det förenklade mätprogrammet för främmande arter i undersökningstypen Marina främmande arter (Bergkvist m.fl. 2020b). Det förenklade provtagningsprogrammet baseras på vägledningen *extended Rapid Assessment Survey* (eRAS) inom *Helcom monitoring programme on NIS* (Helcom 2017). Provtagningen ger en semikvantitativ förekomst av främmande arter genom en visuell inspektion av undersökningsplatsen där förekomst av inhemska och främmande arter noteras. Abundans eller täckningsgrad uppskattas endast till dominerande, vanlig, ovanlig och förekommande. I eRAS ingår även användandet av artificiella habitat för att fånga mobil epifauna samt påväxtpaneler för att fånga 1–3 månader gammal påväxt eller så kallade "settlade" organismer.

Antal besök

Varje station kräver tre till fyra besök. Ett för utplacering av påväxtpaneler och artificiella habitat, ett för upptag av artificiella habitat (efter 4–6 veckor) och ett för upptag av påväxtpaneler och utförande av RAS, alternativt ett extra besök enbart för att ta upp påväxtpanelerna. Påväxtlåtarna transporteras "levande" och bör analyseras så snart som möjligt efter upptagandet.

Kostnadseffektivitet

Ur ett tids- och kostnadsperspektiv föreslås att närliggande stationer provtas samma år. Besöken kan samordnas då provtagningen beräknas ta cirka fyra timmar per station. Om möjligt ska stationerna provtas i samordning med annan miljöövervakning, undersökning eller inventering. Framförallt utplacering av habitat och plattor kan samordnas med annan provtagning.

Återkommande övervakning

Baserat på resultaten av modelleringen av hotspots för främmande arter kan sex områden längs den svenska kusten pekats ut som lämpliga för övervakning. Inom dessa områden har stationer för övervakning valts ut. Platser där det finns en förhöjd risk att marina främmande arter etablerar sig kan till exempel vara hamnar och marinor, farleder och kanaler, vindkraftsparker, stora kylanläggningar (kärnkraftverk och industrier) och vattenbruksanläggningar. I de tre aktiva kärnkraftverken Forsmark i Bottenhavet, Oskarshamn i Egentliga Östersjön och Ringhals i Kattegatt genomförs biologisk recipientkontroll. I Ringhals genomförs dessutom ett riktat övervakningsprogram med metoder för främmande arter. Pappersbruken i Värö i Kattegatt och Mönsterås i Egentliga Östersjön har också recipientkontrollprogram. Dessa anläggningar är potentiella hotspots för introduktion av främmande arter och har övervakning varför dessa lokaler inte föreslås ingå i det aktuella förslaget på övervakningsstationer.

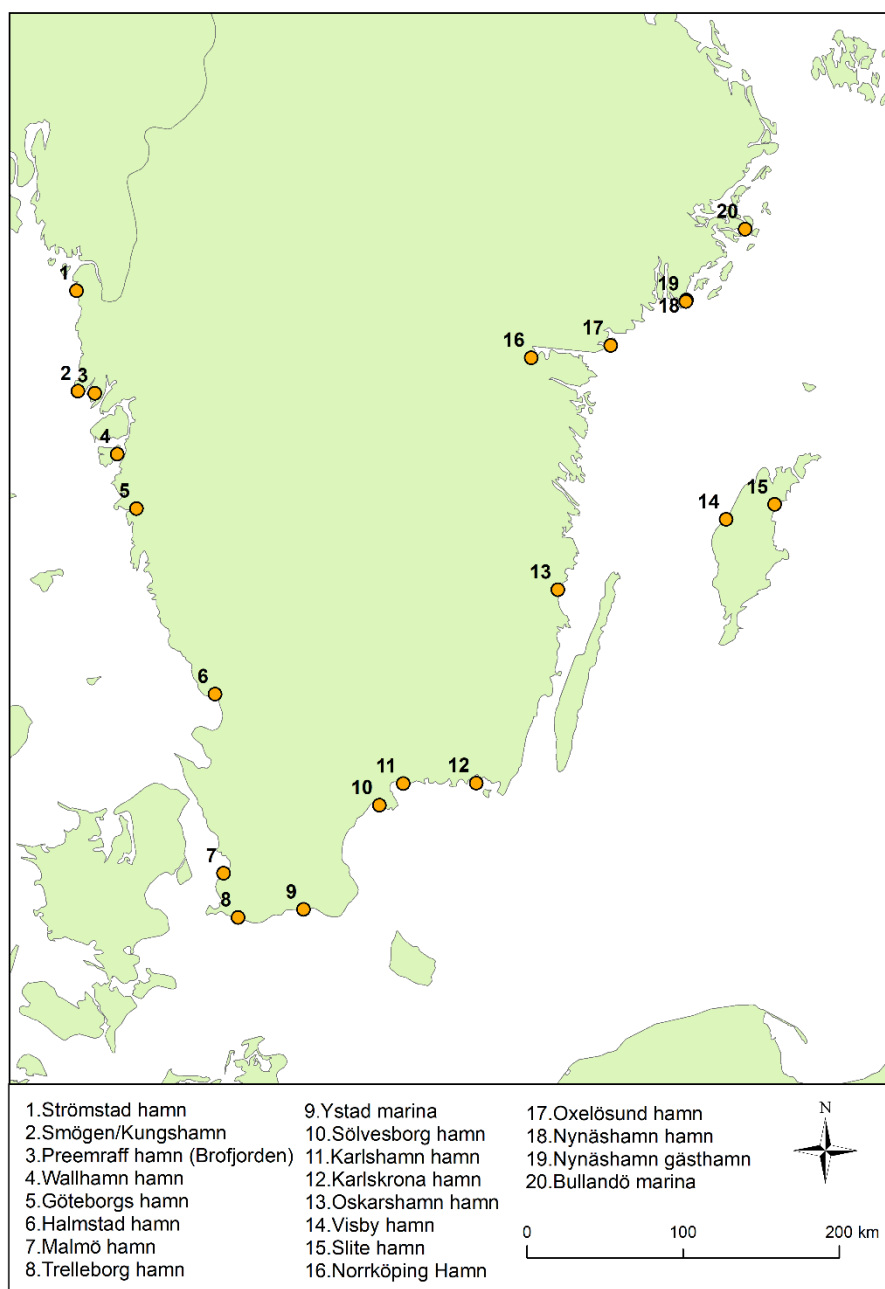
Övervakningen innefattar 20 övervakningsstationer (Tabell 1, Figur 5, Bilaga II) för en återkommande övervakning över sexårsperioder. Detta medför att tre till fem stationer provtas varje år. De hamnar som provtagits i tidigare undersökningar, Brofjorden (Bilaga III), Göteborg, Nynäshamn (Bilaga IV), Bullandö marina (Bilaga IV), Malmö hamn (Bilaga V), Trelleborg hamn (Bilaga V) och Ystad marina (Bilaga V) föreslås ingå i designen. Provtagning av dessa har anpassats så det passar in i designen. Främmande arter påträffade i tidigare undersökningar finns i Bilaga VI.

Övervakningsstationerna är fördelade inom havsbassängerna enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2012:18)¹. För det svenska förvaltningsområdet Nordsjön omfattar stationerna havsbassängerna Skagerrak, Kattegatt och Öresund norr om Öresundsbron, vilka tillsammans utgör Västerhavet. För förvaltningsområdet Östersjön omfattar stationerna havsbassängerna Arkonahavet och S Öresund, Bornholmshavet och Hanöbukten, Ö Gotlandshavet, V Gotlandshavet och N Gotlandshavet, vilka tillsammans utgör Egentliga Östersjön.

¹ Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2012:18) om vad som kännetecknar god miljöstatus samt miljö kvalitetsnormer med indikatorer för Nordsjön och Östersjön, hämtas på <https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/foreskrifter/register-havsforvaltning/god-miljostatus-samt-miljokvalitetsnormer-med-indikatorer-for-nordsjon-och-ostersjon-hvmfs-201218.html>.

Tabell 1. Lista över förslag på övervakningsstationer i de olika havsbassängerna och förslag på provtagningsår. Stationerna ska provtas var sjätte år enligt omdrevet. För stationer som provtagits tidigare enligt eRAS eller det utförliga mätprogrammet för främmande arter är år då stationen provtogs noterat.

Övervakningsstation	Havsbassäng	Provtagits tidigare	Föreslaget provtagningsår
Strömstad hamn	Skagerrak	nej	2022
Smögen/Kungshamn	Skagerrak	nej	2022
Preemraff hamn, Brofjorden	Skagerrak	ja 2016, 2017	2022
Wallhamn hamn	Skagerrak	nej	2024
Göteborgs hamn	Kattegatt	ja 2014	2024
Halmstad hamn	Kattegatt	nej	2020
Malmö hamn	Öresund norr om Öresundsbron	ja 2019	2019
Trelleborg hamn	Arkonahavet och S Öresund	ja 2019	2019
Ystad marina	Arkonahavet och S Öresund	ja 2019	2019
Sölvesborg hamn	Bornholms havet och Hanöbukten	nej	2020
Karlshamn hamn	Bornholms havet och Hanöbukten	nej	2020
Karlskrona hamn	Bornholms havet och Hanöbukten	nej	2020
Oskarshamn hamn	V Gotlandshavet	nej	2021
Norrköping hamn	V Gotlandshavet	nej	2021
Oxelösund hamn	V Gotlandshavet	nej	2023
Visby hamn	V Gotlandshavet	nej	2021
Slite hamn	Ö Gotlandshavet	nej	2021
Nynäshamn hamn	N Gotlandshavet	ja 2017	2023
Nynäshamn gästhamn	N Gotlandshavet	ja 2017	2023
Bullandö marina	N Gotlandshavet	ja 2017	2023



Figur 5. Karta över förslag på övervakningsstationer.

Inom varje område ges förslag på provtagningsstationer. Stationerna är främst större och mindre hamnar och marinor. Noteras bör att det inte har tagits hänsyn till tillgängligheten för de föreslagna stationerna. Om föreslagna stationer av någon anledning inte anses lämpliga för provtagning kan de ersättas med en annan lämplig station inom området. För designen är det dock viktigt att samma station återbesöks för att följa en eventuell spridning av främmande arter.

De stationer som föreslås är antingen hamnar med internationell färje- och godstrafik eller marinor med internationell båttrafik som ligger i närheten av större hamnar. Alternativt är stationerna landningsplatser för organismer som sprids med havsströmmar. Övervakningsstationerna är fördelade i alla havsbassänger inom Västerhavet och Egentliga Östersjön. Att inga provtagningsstationer är belagda i Bottniska viken beror på att risken för etablering av marina främmande arter här anses som låg, vilket stärks av modellresultatet.

Noterbart är att källkoden för modelleringen kan användas för att kontinuerligt uppdatera modellerna med nya observationer som genereras inom övervakningsprogrammet och finns på webbsidan för GitHub https://github.com/biomobst/IAS_hotspot_model. Detta kan få till följd att det kan tillkomma nya provtagningsstationer för att fånga upp ytterligare spridningsvägar för främmande arter.



Figur 5. Kortfingrad tångräka (*Palaemon elegans*) bland röd- och grönalger. Arten är inhemsk på svenska västkusten men en annan genetisk typ sprider sig sedan början av 2000-talet i Östersjön. Foto: Marine Monitoring AB (CC BY).

Bilagor

Bilaga I. Arter som ingått i modelleringen för att ta fram hotspots

Bilaga II. Kort information om övervakningsstationer

Bilaga III. Positioner och djup för relevanta delar av provtagning i Brofjorden 2016 och 2017

Bilaga IV. Positioner och djup för provtagning enligt eRAS 2017

Bilaga V. Positioner och djup för provtagning enligt eRAS 2019

Bilaga VI. Främmande arter funna 2016–2019

Bilaga I. Arter som ingått i modelleringen för att ta fram hotspots.

Vetenskapligt namn	Källa	Samlat riskutfall (5=högst)	Grupp: taxonomi	Grupp: salthaltsmiljö	Grupp: habitat
<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	OSPAR enlisted	2	fisk	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	HaV dörrknackare	3	mikroalg	marin	holopelagisk
<i>Alexandrium tamarense</i>	AquaNIS listed	3	mikroalg	marin	holopelagisk
<i>Amphibalanus eburneus</i>	OSPAR enlisted	3	kräftdjur	marin	bentisk
<i>Arcuatula senhousia</i>	HaV dörrknackare	4	blötdjur	marin	bentisk
<i>Asterias amurensis</i>	OSPAR enlisted	3	tagghuding	marin	bentisk
<i>Austrominius modestus</i>	HaV dörrknackare	1	kräftdjur	marin	bentisk
<i>Bugula neritina</i>	HaV dörrknackare	2	mossdjur	marin	bentisk
<i>Cancer irroratus</i>	HaV dörrknackare	5	kräftdjur	marin	bentisk
<i>Chaetoceros seiracanthus</i>	HaV dörrknackare	okänt	mikroalg	marin	holopelagisk
<i>Conchoderma auritum</i>	HaV dörrknackare	1	kräftdjur	marin	symbiont/parasit
<i>Dissodinium pseudocalani</i>	HaV dörrknackare	okänt	mikroalg	marin	holopelagisk
<i>Eriocheir sinensis</i>	etablerad	1	kräftdjur	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Fibrocapsa japonica</i>	HaV dörrknackare	5	mikroalg	marin	holopelagisk
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	HaV dörrknackare	2	havsborstmask	marin	bentisk
<i>Fucus evanescens</i>	etablerad	1	brunalg	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	etablerad	1	kräftdjur	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	etablerad	1	kräftdjur	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Hydroides dianthus</i>	OSPAR enlisted	3	havsborstmask	marin	bentisk
<i>Marenzelleria viridis</i>	etablerad	1	havsborstmask	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Mytilopsis leucophaeata</i>	HaV dörrknackare	4	blötdjur	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Neogobius melanostomus</i>	etablerad	5	fisk	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Ocenebra inornata</i>	HaV dörrknackare	2	blötdjur	marin	bentisk
<i>Palaemon macrodactylus</i>	HaV dörrknackare	5	kräftdjur	marin	holopelagisk
<i>Penaeus japonicus</i>	HaV dörrknackare	1	kräftdjur	marin	bentisk
<i>Rangia cuneata</i>	HaV dörrknackare	2	blötdjur	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Rapana venosa</i>	HaV dörrknackare	4	blötdjur	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	HaV dörrknackare	2	kräftdjur	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Ruditapes philippinarum</i>	HaV dörrknackare	2	blötdjur	marin	bentisk
<i>Sargassum muticum</i>	etablerad	1	brunalg	brack-/sötvatten	bentisk
<i>Styela clava</i>	OSPAR enlisted	2	sjöpong	marin	bentisk
<i>Thalassiosira punctigera</i>	AquaNIS listed	3	mikroalg	marin	Holopelagisk
<i>Undaria pinnatifida</i>	HaV dörrknackare	2	brunalg	marin	Bentisk
<i>Urosalpinx cinerea</i>	HaV dörrknackare	2	blötdjur	marin	Bentisk
Summa antal arter: 34					

Bilaga II. Kort information om övervakningsstationer

Nordsjön

Skagerrak

Strömstad hamn trafikeras av både yrkestrafik och fritidsbåtstrafik. Sett till antal passagerare är Strömstad den åttonde största hamnen i Sverige. Härifrån går färja till Sandefjord i Norge.

Smögen och Kungshamn är en landningsplats för arter som kommer med strömmarna till Sverige från Nordsjön.

Preemraffs hamn i Brofjorden är en av de största i Sverige och anlöps av cirka 1700 fartyg varje år. I hamnen utfördes 2016 test av Helcoms omfattande protokoll för övervakning av främmande arter, vid undersökningen noterades fem främmande arter (Bergkvist m.fl. 2017).

Wallhamn är Sveriges tredje största hamn för import och export av fordon.

Kattegatt

Göteborgs hamn är Skandinaviens största hamn med trafik till och från hela världen.

Halmstad hamn har bland annat färjetrafik till Grenå i Danmark och godstrafik flera hamnar i Europa. I Halmstad finns även en småbåtshamn i nära anslutning till hamnen.

Öresund norr om Öresundsbron

Malmö är en av Sveriges största hamnar, härifrån går trafik till Travemünde, Helsingfors och St. Petersburg. Malmö hamn ingick i provtagningen enligt eRAS 2019, vid undersökningen noterades tre främmande arter (Bergkvist m.fl. 2020a).

Östersjön

Arkonahavet och S Öresund

Trelleborg är Skandinaviens största RoRO hamn med cirka 30 ankomster och avgångar per dygn. Från hamnen går färjor till Sassnitz, Rostock och Travemünde i Tyskland, Swinoujscie i Polen och Klaipeda i Litauen. Trelleborg hamn ingick i provtagningen enligt eRAS 2019, vid undersökningen noterades sex främmande arter (Bergkvist m.fl. 2020a).

Ystad marina är belägen direkt till väster om Ystad hamn. Marinan har 240 båtplatser varav 70 är gästplatser. Marinan ingick i provtagningen enligt eRAS 2019, vid undersökningen noterades två främmande arter (Bergkvist m.fl. 2020a).

Arkonahavet och S Öresund

Sölvesborg har trafik till bland annat Klaipeda, St. Petersburg och Riga.

Från Karlshamn går färja till Klaipeda. Hamnen har även internationell godstrafik.

Från Karlskrona går färjor till Gdynia i Polen. Industrihamn.

V Gotlandshavet

Från Oskarshamn går färja till Visby. Hamnen har även internationell godstrafik.

Visby har en stor kryssningstrafik till och från flera hamnar runt Östersjön.

Norrköping hamn har regelbunden trafik till Polen och Tyskland. Under 2017 uppgick godshanteringen till cirka 4,3 miljoner ton, och hamnområdet anlöptes av omkring 1 100 fartyg.

Från Oxelösund går regelbunden trafik till England, Belgien och Holland.

Ö Gotlandshavet

I Slite ligger Cementas fabrik som bland annat levererar till USA och Afrika. Här finns även en småbåtshamn.

N Gotlandshavet

Nynäshamns hamn trafikeras av färjor och fraktfartyg till Gotland samt Gdansk och Gdynia i Polen och Ventspils i Lettland. Hamnen tar även emot stora internationella kryssningsfartyg som inte kan eller vill gå in genom Stockholms skärgård. Hamnen ingick i test av eRAS 2017, vid undersökningen noterades två främmande arter (Bergkvist m.fl. 2020b).

Nynäshamns gästhamn har plats för cirka 400 fritidsbåtar. Gästhamnen ingick i test av eRAS 2017, vid undersökningen noterades fyra främmande arter (Bergkvist m.fl. 2020b).

Bullandö marina på Värmdö är en av Stockholm skärgårds största småbåtshamnar med plats för 1400 båtar. Marinan ingick i test av eRAS 2017, vid undersökningen noterades fyra främmande arter (Bergkvist m.fl. 2020b).

Tabell 1, Bilaga II. De största hamnarna i Sverige ordnade efter godsmängd och antal passagerare. Hamnar i fetstil ingår i förslaget på provtagningsstationer. Källa: Sjötrafik 2018, Trafikanalys (webbsida www.trafa.se).

Efter godsmängd	Efter antal passagerare
Göteborg	Stockholm
Trelleborg	Helsingborg
Preemraff Lysekil, Brofjorden	Ystad
Malmö	Göteborg
Luleå	Visby
Helsingborg	Trelleborg
Gävle	Nynäshamn
Karlshamn	Strömstad
Oxelösund	Kapellskär
Halmstad	Grisslehamn
Norrköping	
Ystad	
Nynäshamns oljehamn	
Husum	
Piteå	
Karlskrona	
Umeå	
Sundsvall	
Skellefteå	
Mönsterås	
Vänerhamn	
Södertälje	
Uddevalla	
Gotlands hamnar	
Sölvesborg	
Örnsköldsvik	

Bilaga III. Positioner och djup för relevanta delar av provtagning i Brofjorden 2016 och 2017

Positioner anges i WGS84, decimalgrader.

"Befintlig hårbotten" är skrapprover från hårbottenstrukturer och kan likställas med skrapproverna som tas inom eRAS.

Förkortning	Hamn
PK	Produktkajen, Preemraff
ROK	Råoljekajen, Preemraff

Prov	Datum	Latitud	Longitud	Djup (m)
PK_1_befintlig_hårbotten	20160805	58,357488	11,446906	0,5
PK_2_befintlig_hårbotten	20160805	58,354533	11,432517	0,3
PK_3_befintlig_hårbotten	20160805	58,352667	11,435367	0,1
ROK_1_befintlig_hårbotten	20160805	58,348083	11,409450	0,2
ROK_2_befintlig_hårbotten	20160805	58,340542	11,388445	0,3
ROK_3_befintlig_hårbotten	20160805	58,339506	11,400633	0,2
PK_1_påväxtpanel	20160607– 20160905	58,355439	11,438055	1–7
PK_2_påväxtpanel	20160607– 20160905	58,354713	11,431446	1–7
PK_3_påväxtpanel	20160607– 20160905	58,357465	11,446939	1–7
ROK_1_påväxtpanel	20160607– 20160905	58,347107	11,407725	1–7
ROK_2_påväxtpanel	20160607– 20160905	58,340542	11,388445	1–7
ROK_3_påväxtpanel	20160607– 20160905	58,339506	11,400633	1–7
ROK artificiellt habitat 1	20170705– 20170807	58,346767	11,407800	5
ROK artificiellt habitat 2	20170705– 20170807	58,347483	11,408533	1

Bilaga IV. Positioner och djup för provtagning enligt eRAS 2017

Positioner anges i WGS84; decimalgrader.

Förkortning	Hamn
NG	Nynäshamn gästhamn
NH	Nynäshamn hamn
BM	Bullandö marina

Prov	Datum	Latitud	Longitud	Djup (m)
NG RAS 1	20170925	58,898586	17,954489	0,5
NG RAS 2	20170925	58,899036	17,953162	0,3
NG RAS 3	20170925	58,899854	17,951531	0,2
NG RAS 4	20170925	58,899450	17,953333	0,3
NG RAS 5	20170925	58,899349	17,953767	0,3
NG RAS 6	20170925	58,899407	17,952154	0,3
NG artificiellt habitat 2	20170530–20170629	58,899825	17,951278	2
NG artificiellt habitat 3	20170530–20170629	58,899487	17,952279	4
NG påväxtpanel 1	20170530–20170925	58,899305	17,952437	7
NG påväxtpanel 2	20170530–20170925	58,899006	17,953209	7
NG påväxtpanel 3	20170530–20170925	58,899494	17,953413	7
NG bottenfauna	20170925	58,898586	17,954489	0,5
NH RAS 1	20170926	58,906755	17,956525	0,7
NH RAS 2	20170926	58,907861	17,958917	1,5
NH RAS 3	20170926	58,907408	17,959414	0,5
NH RAS 4	20170926	58,910660	17,959198	0,4
NH RAS 5	20170926	58,910663	17,959014	0,5
NH artificiellt habitat 1	20170530–20170629	58,907783	17,959167	6
NH artificiellt habitat 2	20170530–20170629	58,907783	17,958617	6
NH artificiellt habitat 3	20170530–20170629	58,907500	17,958050	6
NH påväxtpanel 1	20170530–20170926	58,907783	17,959167	6
NH påväxtpanel 2	20170530–20170926	58,907783	17,958617	6
NH påväxtpanel 3	20170530–20170926	58,907500	17,958050	6
BM RAS 1	20170927	59,295833	18,650550	0,3
BM RAS 2	20170927	59,295833	18,650550	0,3
BM RAS 3	20170927	59,296950	18,651667	0,3
BM RAS 4	20170927	59,297169	18,651421	0,3
BM RAS 5	20170927	59,298737	18,654553	0,3
BM RAS 6	20170927	59,299995	18,655516	0,3
BM RAS 7	20170927	59,298146	18,651247	0,7
BM artificiellt habitat 1	20170530–20170629	59,295833	18,650550	5

Prov	Datum	Latitud	Longitud	Djup (m)
BM artificiellt habitat 2	20170530–20170629	59,296667	18,651383	4
BM artificiellt habitat 3	20170530–20170629	59,300000	18,654717	2,5
BM påväxtpanel 1	20170530–20170927	59,295833	18,650550	5
BM påväxtpanel 2	20170530–20170927	59,296667	18,651383	4
BM påväxtpanel 3	20170530–20170927	59,296950	18,651667	5
BM bottenfauna	20170927	59,295833	18,650550	0,3

Bilaga V. Positioner och djup för provtagning enligt eRAS 2019

Positioner anges i WGS84, decimalgrader.

Förkortning	Hamn
MMA	Malmö hamn
TRG	Trelleborg hamn
YST	Ystad marina

Prov	Datum	Latitud	Longitud	Djup (m)
MMA_RAS_1	20190919	55,6187	12,99715	0,2
MMA_RAS_2	20190919	55,61859	12,99693	1
MMA_RAS_3	20190919	55,62293	12,99375	0,3
MMA_RAS_4	20190919	55,62344	12,99886	0,5
MMA_RAS_5	20190919	55,62320	12,99891	0,3
MMA_RAS_6	20190919	55,62352	13,00721	0,5
MMA_artificiellt_habitat_1	20190919–20191030	55,61863	12,99691	1,5
MMA_artificiellt_habitat_2	20190919–20191030	55,62292	12,99381	5
MMA_artificiellt_habitat_3	20190919–20191030	55,62352	13,00721	3
TRG_RAS_1	20190918	55,37088	13,1569	0,5
TRG_RAS_2	20190918	55,37135	13,15697	0,3
TRG_RAS_3	20190918	55,37162	13,15703	0,5
TRG_RAS_4	20190918	55,37179	13,14711	0,7
TRG_RAS_5	20190918	55,37233	13,14613	0,4
TRG_RAS_6	20190918	55,37287	13,14456	0,5
TRG_RAS_7	20190918	55,37286	13,14422	0,5
TRG_artificiellt_habitat_1	20190918–20191030	55,37163	13,15698	6
TRG_artificiellt_habitat_2	20190918–20191030	55,37135	13,15692	5
TRG_artificiellt_habitat_3	20190918–20191030	55,37176	13,14711	8
YST_RAS_1	20190918	55,42590	13,81718	0,1
YST_RAS_2	20190918	55,42590	13,81718	0,3
YST_RAS_3	20190918	55,42635	13,81686	0,5
YST_RAS_4	20190918	55,42544	13,816	0,2
YST_RAS_5	20190918	55,42544	13,816	0,3
YST_RAS_6	20190918	55,42636	13,81537	0,5
YST_RAS_7	20190918	55,42636	13,81537	0,5
YST_RAS_8	20190918	55,42636	13,81537	0,4
YST_RAS_9	20190918	55,42526	13,81518	0,3
YST_artificiellt_habitat_1	20190918–20191030	55,42520	13,81518	3,5
YST_artificiellt_habitat_2	20190918–20191030	55,42604	13,81469	3
YST_artificiellt_habitat_3	20190918–20191030	55,42636	13,81616	1,5

Bilaga VI. Främmande arter funna 2016–2019

Förkortning	Hamn	Provtagningsår
PK	Produktkajen, Preemraff	2016, 2017
ROK	Råoljekajen, Preemraff	2016, 2017
FL	Farled, Preemraff	2016
NG	Nynäshamn gästhamn	2017
NH	Nynsöhamn hamn	2017
BM	Bullandö marina	2017
MMA	Malmö hamn	2019
TRG	Trelleborg hamn	2019
YST	Ystad marina	2019

Art	Provtagning	Station
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	PK2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	ROK1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	FL1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	FL2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	FL3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	PK1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	PK2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	PK3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	ROK1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	ROK2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	skrap	ROK3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	NG_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	NG_5
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	NG_6
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	NH_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	NH_3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	NH_4
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	BM_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	BM_2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	BM_3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	BM_4
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	BM_5
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	BM_6
<i>Amphibalanus improvisus</i>	artificiella habitat	ROK_2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	NG_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	NG_2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	NG_3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	NH_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	NH_2

Art	Provtagning	Station
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	NH_3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	BM_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	BM_2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	påväxtpaneler	BM_3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	artificiella habitat	MMA_artificial_habitat_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	artificiella habitat	MMA_artificial_habitat_2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	MMA_RAS_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	MMA_RAS_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	MMA_RAS_3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	MMA_RAS_4
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	MMA_RAS_6
<i>Amphibalanus improvisus</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	TRG_RAS_2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	TRG_RAS_4
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	TRG_RAS_5
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	TRG_RAS_6
<i>Amphibalanus improvisus</i>	artificiella habitat	YST_artificial_habitat_2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	artificiella habitat	YST_artificial_habitat_3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	YST_RAS_1
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	YST_RAS_2
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	YST_RAS_3
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	YST_RAS_4
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	YST_RAS_5
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	YST_RAS_6
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	YST_RAS_7
<i>Amphibalanus improvisus</i>	RAS	YST_RAS_9
<i>Boccardiella ligERICA</i>	artificiella habitat	BM_1
<i>Cordylophora caspia</i>	RAS	NG_1
<i>Crassostrea gigas</i>	påväxtpaneler	PK2
<i>Crassostrea gigas</i>	påväxtpaneler	ROK1
<i>Crassostrea gigas</i>	skrap	PK1
<i>Crepidula fornicata</i>	RAS	TRG_RAS_7
<i>Dasysiphonia japonica</i>	påväxtpaneler	PK2
<i>Dasysiphonia japonica</i>	påväxtpaneler	ROK1
<i>Hemimysis anomala</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_1
<i>Karenia mikimotoi</i>	Växtplankton	PK1
<i>Karenia mikimotoi</i>	Växtplankton	PK2
<i>Karenia mikimotoi</i>	Växtplankton	PK3
<i>Karenia mikimotoi</i>	Växtplankton	ROK1
<i>Karenia mikimotoi</i>	Växtplankton	ROK2
<i>Karenia mikimotoi</i>	Växtplankton	ROK3

Art	Provtagning	Station
<i>Marezzelleria sp.</i>	artificiella habitat	BM_1
<i>Marezzelleria sp.</i>	artificiella habitat	BM_2
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	FL1
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	FL2
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	FL3
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	PK1
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	PK2
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	PK3
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	ROK1
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	ROK2
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	djurplankton	ROK3
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	RAS	MMA_RAS_5
<i>Mya arenaria</i>	artificiella habitat	NG_2
<i>Mya arenaria</i>	artificiella habitat	MMA_artificial_habitat_1
<i>Mya arenaria</i>	artificiella habitat	MMA_artificial_habitat_2
<i>Mya arenaria</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_2
<i>Mya arenaria</i>	RAS	TRG_RAS_7
<i>Mya arenaria</i>	artificiella habitat	YST_artificial_habitat_1
<i>Neogobius malanostomus</i>	artificiella habitat	NG_2
<i>Neogobius malanostomus</i>	artificiella habitat	NG_3
<i>Neogobius malanostomus</i>	artificiella habitat	NH_1
<i>Neogobius malanostomus</i>	artificiella habitat	NH_3
<i>Neogobius melanostomus</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_3
<i>Palaemon elegans</i>	artificiella habitat	MMA_artificial_habitat_2
<i>Palaemon elegans</i>	RAS	MMA_RAS_1
<i>Palaemon elegans</i>	RAS	MMA_RAS_5
<i>Palaemon elegans</i>	RAS	MMA_RAS_6
<i>Palaemon elegans</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_1
<i>Palaemon elegans</i>	RAS	TRG_RAS_2
<i>Palaemon elegans</i>	RAS	TRG_RAS_5
<i>Palaemon elegans</i>	RAS	TRG_RAS_7
<i>Palaemon elegans</i>	artificiella habitat	YST_artificial_habitat_1
<i>Palaemon elegans</i>	artificiella habitat	YST_artificial_habitat_3
<i>Palaemon elegans</i>	RAS	YST_RAS_4
<i>Palaemon elegans</i>	RAS	YST_RAS_6
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	artificiella habitat	BM_1
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	artificiella habitat	BM_2
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	artificiella habitat	BM_3
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	artificiella habitat	MMA_artificial_habitat_2
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	RAS	MMA_RAS_6
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_1

Art	Provtagning	Station
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_2
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	artificiella habitat	YST_artificial_habitat_1
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	artificiella habitat	YST_artificial_habitat_2
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_1
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	artificiella habitat	TRG_artificial_habitat_2

Referenser

- Boyer T.P. *et al.* 2009. World ocean database 2009. In: Levitus S (ed) NOAA Atlas NESDIS 66. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 216 pp.
- Bergkvist J., Fransson K. & Norlinder E. 2020a. Provtagning av främmande arter i hamnar enligt eRAS: Fältrapport 2019. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:24.
- Bergkvist J., Magnusson M. & Norlinder E. 2020b. Vidareutveckling och test av övervakning av främmande arter: Extended Rapid Assessment Survey – eRAS. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:23.
- Bergkvist J., Magnusson M. & Rosenberg R. 2017. Test och utvärdering av ny övervakning av främmande arter i hamnar och utsatta områden. Havs- och vattenmyndigheten rapport 2017:13. Hämtad 2020-05-04 från <https://www.havochvatten.se/hav/uppdrag--kontakt/publikationer/publikationer/2017-06-07-test-och-utvardering-av-ny-overvakning-av-frammande-arter-i-hamnar-och-utsatta-omraden.html>.
- Helcom 2017. Guidelines for non-indigenous species monitoring by extended Rapid Assessment Survey (eRAS). Helcom Monitoring Manual by State & Conservation 6-2017. Hämtad 2020-05-04 från <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Guidelines-for-monitoring-of-non-indigenous-species-by-eRAS.pdf>.
- Helcom and Oskar. Target species. Hämtad 2020-03-24 från http://jointbwmexemptions.org/ballast_water_RA/apex/?p=104:4.
- Karlsson R., Obst M., Berggren M. 2019. Analysis of potential distribution and impacts for two species of alien crabs in Northern Europe Biological Invasions. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-019-02044-3>.
- Laugen A.T., Hollander J., Obst M., Strand A. 2015. The Pacific Oyster invasion in Scandinavian coastal waters in a changing climate: impact on local ecosystem services. In Biological Invasions in Aquatic and Terrestrial Systems: Biogeography, Ecological Impacts, Predictions, and Management. De Gruyter, Warsaw. Pp. 232–257.
- Leidenberger S., Obst M., Kulawik R., Stelzer K., Heyer K., Hardisty A., Bourlat S.J. 2015. Evaluating the potential of ecological niche modelling as a component in non-indigenous species risk assessments. Marine Pollution Bulletin. 97: 470–487. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X15002350>.
- Stelzer K., Heyer K., Bourlat S., Obst M 2013. Application of Niche Modeling and Earth Observation for the risk assessment and monitoring of invasive species in the Baltic Sea. Report MarCoast II – Marine and Coastal Environmental Information Services, Ballast Water Option, pp 57.
- Strand, M., Aronsson, M., & Svensson, M. 2018. Klassificering av främmande arters effekter på biologisk mångfald i Sverige – ArtDatabankens risklista. ArtDatabanken Rapporterar 21. ArtDatabanken SLU, Uppsala. Hämtad 2020-05-04 från <https://www.artdatabanken.se/globalassets/ew/subw/artd/2.-var->

[verksamhet/publikationer/29.-artdatabankens-rislista/rapport_klassifisering_av_frammande_arter2.pdf](#).

Tyberghein L., Verbruggen H., Pauly K., Troupin C., Mineur F., De Clerck O. 2012. Bio-ORACLE: a global environmental dataset for marine species distribution modelling. *Glob Ecol Biogeogr* 21:272–281.

Provtagningsdesign för övervakning av främmande arter

Övervakning i marin miljö

Denna rapport beskriver metod och resultat för identifiering av optimala övervakningsstationer för tidigt upptäckt av marina invasiva främmande arter. Metoden är baserad på beräkning av en samlad invasionsrisk för 34 målarter utifrån geografisk fördelning av lämpliga habitat beräknat med hjälp av utbredningsmodeller för varje art, artspecifik riskbedömning, introduktionsrisk i samband med fartygstrafik och vattenströmmar. Resultatet pekar på två separata spridningsmönster för invasiva arter till marina miljöer i Sverige – spridning av marina arter längs nordeuropeiska kustvatten och spridning av sötvattenstoleranta arter via den europeiska kontinenten. Resultaten stöder övervakningsstationer längs den svenska kusten mellan Strömstad och Gävle, med fokus på de områden som pekas ut av de marina modellerna på västkusten och de områden som pekas ut av sötvattensmodellerna på östkusten. De mest lämpliga övervakningsplatserna är hamnområden.

Vi arbetar för levande hav och vatten

Havs- och vattenmyndigheten, HaV, är en statlig miljömyndighet. Vi arbetar för att lösa viktiga miljöproblem och skapa en hållbar förvaltning av hav, sjöar och vattendrag.

Vi tar ansvar för att hav och sötvatten nyttjas men inte överutnyttjas. Vi utgår från ekosystemens och människans behov nu och i framtiden. Detta gör vi genom att samla kunskap, planera och fatta beslut om insatser för en bättre miljö. För att nå framgång samverkar och förankrar vi vårt arbete med alla berörda, nationellt såväl som internationellt.