

Ikke-hjemmehørende arter i marine områder



Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Titel Ikke-hjemmehørende arter i marine områder	Løbenummer 7658-2021	Dato 6. oktober 2021
Forfatter(e) Jesper H. Andersen, Steen W. Knudsen, Ciarán Murray – NIVA Danmark Henrik Carl, Peter Rask Møller – Statens Naturhistoriske Museum Martin Hesselsøe – NIRAS A/S	Fagområde Marin biologi	Distribution Åben
	Geografisk område Danmark	Sider 59

Klient Miljøstyrelsen	Reference Martin Søndergaard Jørgensen
	Udgivet af NIVA DK Projektnummer 190183

<p>Sammenfatning</p> <p>Denne rapport omhandler ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande og består af to dele. Den første vedrører en opdatering af den nationale liste over ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande – også kaldet NIS-listen. Den anden del er en analyse af de foreliggende data og informationer om forekomst af ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande. Datagrundlaget er væsentligt forbedret siden den første nationale NIS-liste blev udarbejdet. De fire væsentligste forbedringer er: (1) data fra Statens Naturhistoriske Museums Fiskeatlas er nu med, (2) data fra NOVANA-overvågningen omfatter nu flere år (til og med 2018), (3) data fra 2017 om forekomsten af ikke-hjemmehørende arter i 16 danske havne er tilføjet, og (4) data for 2017 og 2018, baseret på eDNA-analyser på 33 stationer i NOVANA-programmet, er nu med. Med den ny NIS-liste og den landsdækkende analyse foreligger der nu en opdatering af forekomster af ikke-hjemmehørende arter, herunder fisk, i de danske farvande.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Ikke-hjemmehørende arter Overvågning Kortlægning Danske farvande 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> Non-indigenous species Monitoring Mapping Danish marine waters
---	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkendt af:

Jesper H. Andersen
Projektleder

Jørgen Bendtsen
Kontorleder

ISBN 978-82-577-7394-6
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

NISAR-projektet

Ikke-hjemmehørende arter i marine områder

Klient: Miljøstyrelsen

Forord

Denne rapport er resultatet af NISAR-projektet, som har fundet sted i perioden ultimo 2019 til medio 2021. NISAR er en forkortelse for 'Non-Indigenous Species: Analyses and Reporting'.

NISAR-projektet er finansieret af Miljøstyrelsen og har haft til formål at opdatere den eksisterende danske NIS-liste, som er en oversigt over ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande. Samtidig samles den foreliggende information til en vurdering af tilstand og udvikling. Denne vurdering kan anvendes fremadrettet i Miljøministeriets regelmæssige rapporteringer af tilstanden og udviklingen i de marine områder.

NISAR-projektet er udført af NIVA Danmark (lead), Statens Naturhistoriske Museum og NIRAS A/S.

Tak til Christian Lønborg, Ulrik Berggren, Kim Larsen, Kim Lundgreen, Cecilie Kjer Elkjær og Martin Skovgaard Jørgensen fra Miljøstyrelsen for konstruktiv dialog i forbindelse med start og gennemførelse af projektet.

En særlig tak rettes til de mange personer, som gennem mange år har indsamlet de data som denne rapport bygger på, det være sig tidligere medarbejdere i de nu nedlagte amtskommuner, de medarbejdere i Miljøstyrelsen, som varetager NOVANA-overvågningen, og de borgere, som har indberettet fund til Fiskeatlas.

København, 6. oktober 2021

Jesper H. Andersen
Projektleder

Rapporten bedes citeret som:

- Andersen, J.H, S.W. Knudsen, C. Murray, H. Carl, P.R. Møller & M. Hesselsøe (2021): Ikke-hjemmehørende arter i marine områder. NIVA Danmark rapport, 59 pp.

Fotoet på forsiden er stillet til rådighed af Peter Rask Møller, Statens Naturhistoriske Museum ved Københavns Universitet. Arten på fotoet er en Østamerikansk brakvandsskrabbe (*Rhithropanopeus harrisi*) fanget i juni 2019 ved Amager Strandpark.

Indholdsfortegnelse

1	Baggrund.....	7
2	Opdatering af NIS-listen.....	9
2.1	Organismegrupper og datakilder.....	9
2.1.1	Plankton.....	9
2.1.2	Undervandsplanter.....	10
2.1.3	Bunddyr.....	11
2.1.4	Fisk.....	11
2.2	Metode.....	12
2.2.1	Identifikation af unikke artsnavne i ODA-data.....	13
2.2.2	Indsamling af information om arters geografiske udbredelse.....	13
2.2.3	Rummelig og tidlig variation i artsfund på den opdaterede artsliste.....	13
2.3	Resultater.....	14
2.4	Diskussion og konklusioner.....	19
3	Ikke-hjemmehørende arter i danske farvande.....	23
3.1	Indledning.....	23
3.2	Metoder.....	24
3.2.1	Konventionel prøvetagning.....	24
3.2.2	eDNA-analyser.....	24
3.3	Resultater.....	24
3.3.1	Konventionel prøvetagning.....	24
3.3.2	eDNA-analyser.....	26
3.4	Diskussion.....	29
3.5	Konklusioner.....	33
4	Sammenfatning og perspektiver.....	34
5	Referencer.....	35

Summary

Title: Non-indigenous species in Danish marine waters

Year: 2021

Author(s): Jesper H. Andersen, Steen W. Knudsen, Ciarán Murray, Henrik Carl, Peter R. Møller & Martin Hesselsøe

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7394-6

This report is the key product of the NISAR project, or in full 'Monitoring of non-indigenous species in Danish marine waters: analyses and reporting'. The project has been funded by the Danish Environmental Protection Agency (in Danish: Miljøstyrelsen) and was initiated ultimo 2019 and ended medio 2021.

The work is anchored in the following data sources: (1) the Danish National Aquatic Monitoring and Assessment Programme, which has been running since 1988, (2) the national Fish Atlas (In Danish: Fiskeatlas) developed and maintained by the National History Museum at the University of Copenhagen, and (3) results from a baseline survey of occurrence of non-indigenous species in 16 Danish ports.

The national marine NIS list is updated based on the above-mentioned data sources and represents a step forward towards a more complete and accurate list, primarily because of the additional inclusion of data from the nation-wide Fish Atlas and the baseline survey in 16 ports.

Analysis and synthesis of the data, on which the updated NIS list is based, reveals that the number of records of non-indigenous species in Danish marine waters is rising. Caution is however required, when analysing the data and drawing conclusions. This precaution is anchored in a tentative finding of this study: changes in number of NIS are often associated with the revisions of the monitoring activities.

All in all, we conclude the following:

- 113 non-indigenous species are recorded in Danish marine waters, 93 species in this study and additional 20 species from earlier studies not recorded in this projects specific analyses.
- There is a need to improve existing NIS-targeted monitoring activities, e.g. by focusing on hot spots (such as ports, Limfjorden and the Wadden Sea) and to develop additional operational eDNA-based test systems.

In the coming years, we anticipate a growing number of non-indigenous species in Danish marine waters. Hence, a comprehensive monitoring network is required. If new introductions are not effectively prevented or mitigated, the problems related to marine NIS can be expected to develop further and potentially turn out as irreversible.

1 Baggrund

Denne rapport om ikke-hjemmehørende arter i de marine områder i Danmark tager udgangspunkt i MONIS-projektet (fuld titel: 'Monitoring of non-indigenous species in Danish marine waters') og i en tidligere udarbejdet opgørelse, kaldet NIS-listen, over ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande (Stæhr *et al.* 2013 og Miljøstyrelsen 2016).

MONIS-projektet, blev påbegyndt i 2014, har omfattet i alt fem faser og har været finansieret af Miljøstyrelsen. MONIS-partnerskabet har omfattet følgende institutioner: NIVA Danmark (lead), Amphiconsult (indtil 2019), DTU Aqua (indtil 2019), LiteHauz (2015-2019), NIRAS A/S (fra 2019) og Statens Naturhistoriske Museum.

MONIS-projektet har fokuseret på udvikling af arts-specifikke eDNA-baserede testsystemer for marine ikke hjemmehørende arter (også kaldet 'Non-indigenous species' forkortet : "NIS") og er rapporteret, direkte eller indirekte, i form af følgende rapporter (i kronologisk rækkefølge):

- Andersen, J.H., S.A. Pedersen, J. Thaulow, F. Stuer-Lauridsen & S. Cochrane (2014): Monitoring of non-indigenous species in Danish marine waters. Background and proposals for a monitoring strategy and a monitoring network. Danish Nature Agency. 55 sider.
- Andersen, J.H., E. Kallenbach, M. Hesselsøe, S.W. Knudsen, P.R. Møller, D. Bekkevold, B.K. Hansen & J. Thaulow (2016): Steps toward nation-wide monitoring of non-indigenous species in Danish marine waters under the Marine Strategy Framework Directive. NIVA Denmark Report. 123 sider.
- Andersen, J.H., M. Brink, E. Kallenbach, M. Hesselsøe, S.W. Knudsen, J.G. Støttrup, P.R. Møller, W. Eikrem, C. Fagerli & E. Oug (2017a): Sampling protocol for monitoring of non-indigenous species in selected Danish harbours. NIVA Denmark Report. 59 sider.
- Andersen, J.H., E. Kallenbach, J. Thaulow, M. Hesselsøe, S.W. Knudsen, D. Bekkevold, B.K. Hansen, L.M.W. Jacobsen, P.R. Møller & C.Aa. Olesen (2018): Development of species-specific eDNA-based test systems for monitoring of non-indigenous species in Danish marine waters. NIVA Denmark Report. 77 sider.
- Knudsen, S.W., S. Agersnap, P.R. Møller & J.H. Andersen (2019): Development of species-specific eDNA-based test systems for monitoring of freshwater crayfish. NIVA Denmark report. 49 sider.
- Knudsen, S.W., J.H. Andersen, M. Hesselsøe, P.R. Møller (2020a): Tekniske anvisninger for eDNA-baseret overvågning af ikke-hjemmehørende marine arter. NIVA Danmark rapport. 33 sider.
- Knudsen, S.W., P.R. Møller & J.H. Andersen (2020b): Development of species-specific eDNA-based test systems for monitoring of non-indigenous marine Decapoda in Danish marine waters. NIVA Denmark report, 45 sider.
- Andersen, J.H., E. Kallenbach, M.B. Kjeldgaard, S.W. Knudsen, T. Dale, W. Eikrem, C. Fagerli, G. Green, A. Hobæk, E. Oug, J. Thaulow, M. Hesselsøe, D. Bekkevold, L.M.W. Jacobsen, J. Kuhn, P.R. Møller, C.Aa. Olesen, H. Carl & F. Stuer-Lauridsen (in print): A baseline study of the occurrence of non-indigenous species in Danish harbours. NIVA Denmark Report.

Denne rapport er, som nævnt ovenfor, ikke en del af MONIS-projektet, men er udarbejdet i regi af NISAR-projektet (fuld titel: 'Non-indigenous species in Danish marine waters: analyses and reporting'), der også finansieret af Miljøstyrelsen (2019-2020) og består af to dele:

1. En opdateret NIS-liste – se kapitel 2.
2. En analyse af forekomst af ikke-hjemmehørende arter i danske farvande baseret på de data, som ligger til grund for den opdaterede NIS-liste – se kapitel 3.

Formålet med at opdatere NIS-listen fra 2016 er at inddrage supplerende nyere datasæt, blandt andet fra Statens Naturhistoriske Museums Fiskeatlas og fra fase 4 og 5 i MONIS-projektet. Inddragelse af data fra Fiskeatlas, som ikke var med i den tidligere NIS-liste, er et stort fremskridt. Tilsvarende repræsenterer inddragelse af data fra MONIS-projektet også et stort fremskridt, som dels supplerer den tidligere liste med information om NIS-arter fra 16 udvalgte havne (MONIS 4), dels giver information om hvordan udvalgte NIS-arter over tid spreder sig i de danske farvande (MONIS 5).

NISAR-projektet har, afledt af den opdaterede NIS-liste, udviklet en prototype 'ShinyApp', som kan vise forekomsten af de enkelte ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande, herunder lokalitet, år og prøvesamlingsmetodik.

Formålet med kapitel 3 ('Ikke-hjemmehørende arter i danske farvande') er dels at analysere og syntetisere de foreliggende data i stil med de analyser og sammenfatninger, som årligt rapporteres i rapporten 'Marine områder' under NOVANA-programmet, dels at eksemplificere hvordan data indsamlet med konventionelle metoder (som hidtil i NOVANA-programmet) og eDNA-metoder kan kombineres og give et mere dækkende og opdateret overblik over forkomster af ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande.

Denne rapport udgør et 'proof-of-concept' i forhold til de strategier og testsystemer, der siden 2014 er udviklet i regi af MONIS-projektet. Molekylærbiologiske metoder, altså overvågning af miljø-DNA (også kaldet 'environmental DNA' eller 'eDNA'), er hermed en integreret del af det marine NOVANA-program og den danske rapportering til blandt andet EUs havstrategidirektiv, det være sig til EU eller til de to regionale havkonventioner, som Danmark er medlem af (HELCOM for Østersøen og OSPAR for det nordøstlige Atlanterhav).

2 Opdatering af NIS-listen

Dette kapitel har fokus på NISAR-projektets datagrundlag og opdateringen af den oprindelige NIS-liste.

I forhold til den tidligere artsliste inddrages nu data fra Statens Naturhistoriske Museums Fiskeatlas, samt fra MONIS-projektet, dels fra 16 overvågede havne, dels fra den eDNA-baserede del af NOVANA-programmet. Datagrundlaget er således væsentligt forbedret.

Data kommer altovervejende fra den danske 'Economic Exclusive Zone' (EEZ) (se figur 3.1 i kapitel 3). Denne er underopdelt i (1) Nordsøen/Skagerrak, (2) Limfjorden og (3) Kattegat – svarende til de danske dele af OSPAR-området. De sydlige dele af de danske farvande er underopdelt i (4) Bælthavet og (5) de danske dele af den vestlige Østersø – som sammen med Kattegat udgør de danske dele af HELCOM-området.

Med vedtagelse af EUs Havstrategidirektiv i 2008 er der kommet yderligere fokus på ikke-hjemmehørende arter – både som en presfaktor på miljø- og naturforhold generelt og som en del af vurderingen af havmiljøets tilstand. Det følger af Havstrategidirektivet, at alle medlemslande hvert sjette år på ny skal udarbejde første del af havstrategien, herunder basisanalysen. I den forbindelse redegøres for miljøtilstanden for i alt 11 såkaldte deskriptorer. Deskriptor 2 vedrører ikke-hjemmehørende arter. Danmark har udarbejdet sådanne basisanalyser i 2012 og 2018/2019 (se Naturstyrelsen 2012 og Miljø- og Fødevarerministeriet 2019). I begge tilfælde inkluderede basisanalyserne både redegørelse for miljøtilstanden for deskriptor 2 og for potentielt kumulative effekter.

Da der løbende registreres nytilkomne ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande er der regelmæssigt behov for opdatering af den nationale marine NIS-liste. Dette er også dokumenteret i basisanalyserne.

Der er med NISAR-projektet opdatering af NIS-listen taget udgangspunkt i følgende definition af en 'ikke-hjemmehørende art' jf. Biodiversitetskonventionens retningslinjer (Miljøstyrelsen 2017):

- *Enhver levende enhed af en art, underart eller lavere systematisk enhed af dyr, planter, svampe eller mikroorganismer, der er introduceret uden for dens naturlige udbredelsesområde, inklusive en hvilken som helst del, kønsceller, sæd, æg eller spredningslegemer fra en sådan art samt en hvilken som helst hybrid, underart eller race, som kan overleve og efterfølgende reproducere sig.*

Der er ikke taget stilling til hvorvidt de registrerede NIS-arter i tillæg kan betragtes som invasive eller kryptogene. Invasive arter har en negativ effekt – direkte eller indirekte - på biodiversiteten. Kryptogene arter har en ukendt oprindelse.

2.1 Organismegrupper og datakilder

Denne rapport, herunder opdateringen af den såkaldte NIS-liste og analysen af data, er baseret på såvel konventionelle metoder som moderne molekylærbiologiske metoder, sidstnævnte ofte benævnt eDNA.

2.1.1 Plankton

Datakilder for fytoplankton og zooplankton er kortfattet beskrevet i de følgende afsnit.

Fytoplankton

Den primære datakilde har været NOVANA-programmet og dets forgængere, herunder VMP 1989-1992, VMP 1993-2009 og NOVA-2003 (se Andersen *et al.* (2017b) for en gennemgang af programperioderne). Prøverne er indsamlet med vandhenter og bestemt i henhold til den gældende tekniske anvisning (se <https://bios.au.dk/forskningraadgivning/fagdatacentre/marint-fagdatacenter/> for oplysninger om både den aktuelt gældende anvisning og dens forgængere for perioderne 1998-2003 og 2004-2010).

Fra 2018 har NOVANA indeholdt eDNA-analyser rettet mod udvalgte ikke-hjemmehørende arter. Resultaterne af disse prøver er oparbejdet og rapporteret til Miljøstyrelsen i 2019 som en del af MONIS 5-projektet. Data fra 2019 og 2020 er under oparbejdning og endnu ikke afleveret (også en del af MONIS 5-projektet) og indgår således ikke i denne rapport. En oversigt over stationer for eDNA-baseret overvågning findes i bilag 6 og 7.

Desuden indgår data fra MONIS 4-projektet, som har kortlagt forekomster af ikke-hjemmehørende arter i udvalgte danske havne med både konventionelle metoder (2 styk; Esbjerg og Århus) og med eDNA (16 styk) – se Andersen *et al.* (2017a) for detaljerede oplysninger om havnene.

Zooplankton

For zooplankton er den primære datakilde, ligesom for fytoplankton, den nationale overvågning af marine områder. Prøver er indsamlet med net og bestemt i henhold til den gældende tekniske anvisning. For oplysninger om programperioder m.v. henvises til Andersen *et al.* (2017b). For oplysninger om tekniske anvisninger henvises til det marine fagdatacenters, M-FDCs, hjemmeside.

Sporing med eDNA er anvendt i MONIS 4- og 5-projekterne, og der indgår således oplysninger om forekomst af 'Dræber-gople' (*Mnemenopsis leidii*).

Endvidere er der i regi af MONIS 4-projektet indsamlet netprøver i to danske havne.

2.1.2 Undervandsplanter

Datakilder for undervandsplanter, altså både blomsterplanter og makroalger, på henholdsvis blød bund (primært forskellige former for sand) og hård bund (primært stenrev, men i enkelte tilfælde også biogene rev) er beskrevet nedenfor.

Blød bund

Den primære datakilde er NOVANA-programmet og dets tre foregående programperioder. Metodik for overvågning af blomsterplanter på blød bund fremgår af den gældende teknisk anvisning og dens forgængere. Informationer herom findes på M-FDCs hjemmeside via dette link:

<https://bios.au.dk/forskningraadgivning/fagdatacentre/marint-fagdatacenter/>.

MONIS 4-projektet har undersøgt blomsterplanter i 16 danske havne med konventionelle metoder, herunder dykning (Andersen *et al.* 2017a). eDNA-metoden har ikke omfattet blomsterplanter på blød bund.

Hårdbund

Den primære datakilde er igen NOVANA-programmet og de foregående programperioder. Metodik for overvågning af makroalger på hård bund fremgår af den gældende tekniske anvisning og dens forgængere. Informationer herom findes på M-FDCs hjemmeside.

MONIS 4-projektet har undersøgt forekomst af makroalger på hård bund i 16 danske havne med forskellige konventionelle metoder, herunder dykning (Andersen *et al.* in print). Desuden er eDNA-metoden anvendt til bestemmelse af enkelte arter af makroalger (brunalgen (Phaeophyceae), østers-tyv (*Colpomenia peregrine*), og rødalgen (Rhodophyta) rødtotalge (*Bonnemaisonia hamifera*)), i MONIS 4-projektet (16 danske havne) og MONIS 5 (data fra mere end 30 NOVANA-stationer).

2.1.3 Bunddyr

Datakilder for bunddyr på henholdsvis blød bund og hård bund er beskrevet nedenfor.

Blødbund

Den primære datakilde er endnu engang NOVANA-programmet og de foregående programmer. Metodik for overvågning af faunanen på blød bund fremgår af den gældende tekniske anvisning og dens forgængere. Informationer herom findes på M-FDCs hjemmeside.

Desuden har MONIS 4-projektet undersøgt for forekomst af ikke-hjemmehørende arter med konventionelle metoder i to havne (Esbjerg og Århus) og i 16 havne med eDNA.

Endelig indgår resultater fra MONIS 5-projektet, hvor der er oparbejdet eDNA-filtre fra de mere end 30 stationer i NOVANA-programmet. Antallet af stationer varierer fra år til år og fra sæson til sæson – forfatterne til denne rapport er ikke bekendt med årsagerne hertil.

Hårdbund

NOVANA-programmet er den primære datakilde. Metodik for hårbundsovervågningen og de tekniske anvisninger kan findes på M-FDCs hjemmeside.

Fauna på hårbund er også undersøgt i regi af MONIS 4-projektet. Intensivt i to havne (Esbjerg og Århus), begge steder med konventionelle metoder, eDNA og natdykning, ekstensivt yderligere 14 havne (se Andersen *et al.* 2017a).

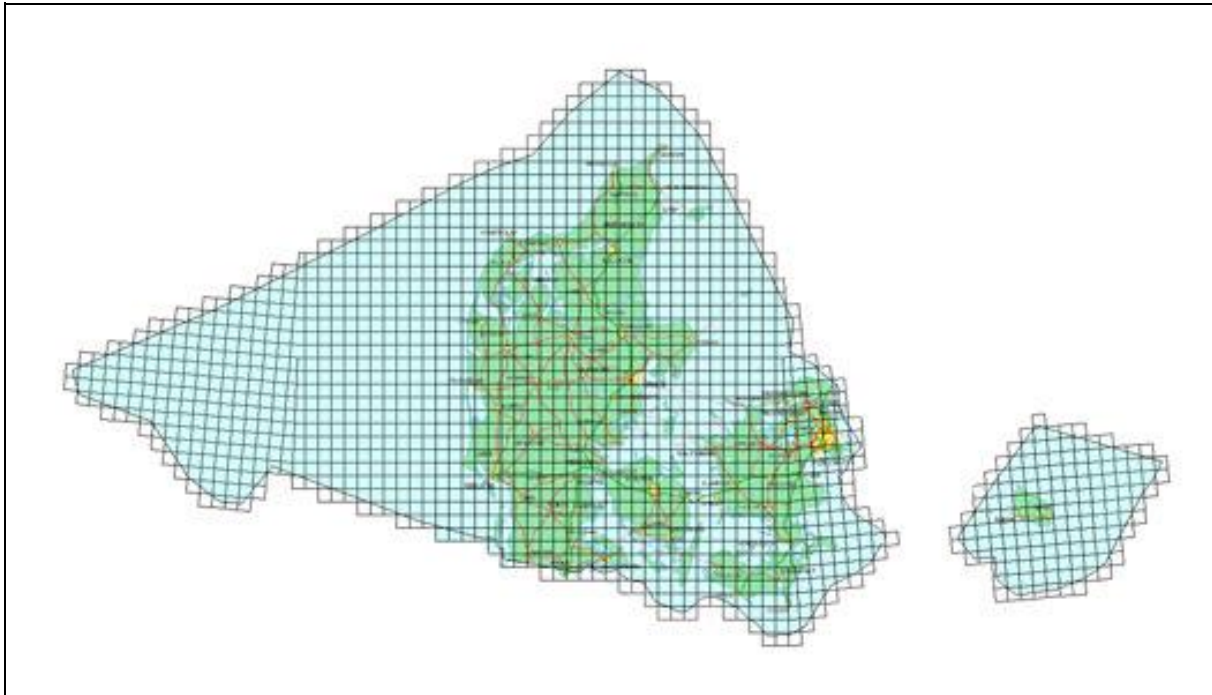
Endelig indgår analyser af eDNA fra mere end 30 NOVANA-stationer, oparbejdet i regi af MONIS 5-projektet.

2.1.4 Fisk

Datakilder for fisk er udelukkende baseret på det danske saltvandsfiske atlas.

Udbredelsen af de danske saltvandsfisk er kortlagt siden 2009 (kortlægningen af ferskvandsfiskene har løbet siden 2006). Kortlægningen er gennemført som et samarbejde mellem Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet, DTU Aqua og Krog Consult. Sekretariatet er placeret på Statens Naturhistorisk Museum i København. Projektet er finansieret af Aage V. Jensens Fonde.

Formålet med atlasprojektet har været at skabe et detaljeret kendskab til udbredelsen af de danske saltvandsfisk. Kortlægningen vil desuden være et vigtigt redskab til, at holde øje med status for de introducerede og potentielt invasive arter. Kortlægningen har omfattet alle fiskearter, der fanges inden for det danske søterritorium (se **Figur 2.1**) - både de helt almindelige fisk, som sild og torsk, de sjældne gæster som fx sværdfisk samt de ferskvandsfisk, der ofte trækker ud i havet fra åer og søer.



Figur 2.1: Danmarks søterritorium med angivelse af 10 km x 10 km UTM-kvadrater.

I forbindelse med projektet er der indsamlet en mængde fisk til forskellige undersøgelser. Mange af disse er blevet konserveret og gemt i Statens Naturhistoriske Museums videnskabelige fiskesamling, hvor de sammen med den tilknyttede vævsbank vil stå til rådighed til forskere fra hele verden. Dette giver mulighed for senere revurdering af den primære artsbestemmelse, og vil hjælpe til at belyse om arters udbredelse og populationer ændrer sig i fremtiden. Projektet munder ud i en omfattende bog om vore saltvandsfisk i stil med den, der er publiceret om ferskvandsfiskene (se Carl & Møller 2012). Bogen forventes udgivet i 2023 – yderligere informationer herom finde på denne hjemmeside: <https://fiskeatlas.ku.dk/>.

Informationerne fra Fiskeatlas er suppleret med resultater fra både MONIS 4- og MONIS 5-projekterne (hhv. 16 danske havne og > 30 NOVANA-stationer), hvor eDNA-analyserne har omfattet udvalgte arter af fisk (som her er: *Neogobius melanostomus*, *Onchorhynchus kistuch*, *Onchorhynchus mykiss*, *Acipenser* spp., *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*). Der er tale om informationer om de arter, der er prioriteret i regi af NOVANA-overvågningen. Disse data giver ikke anledning til nyregistreringer af ikke-hjemmehørende arter, der ikke tidligere er kendt fra danske farvande. Data giver således kun oplysninger om udbredelse af ikke-hjemmehørende arter der i forvejen vides at være introduceret i danske farvande.

2.2 Metode

For at finde frem til en ny liste over ikke-hjemmehørende arter, blev data fra Miljøstyrelsens Overfladevandsdatabase (ODA) analyseret i flere skridt. Store mængder monitoringsdata blev analyseret i en automatiseret proces. Undervejs blev delresultater analyseret manuelt for at finde evt. fejl eller undtagelser i inputdata, inden analyser blev 'genkørt'. Denne proces førte til en liste over potentielle 'nye' ikke-hjemmehørende arter, der ikke førhen har været registreret i danske farvande. Listen over potentielle 'nye' ikke-hjemmehørende arter blev gennemgået og kombineret med i forvejen for danske farvande kendte ikke-hjemmehørende arter til at give den endelige liste over marine ikke-hjemmehørende arter.

2.2.1 Identifikation af unikke artsnavne i ODA-data

En art kan være registreret i ODA med forskellige navne og nogle registreringer i ODA kan ikke kobles til en bestemt art. Som det første skridt i analyse, bliver hver artsnavn registreret i ODA derfor forsøgt matchet med artsnavne i Aphia, som er database, der ligger bagved WoRMS (World Register of Marine Species). Databasesøgningen fungerer på den måde, at hvis et artsnavn viser sig at være et yngre synonym, så matches dette navn med det nuværende accepterede navn for arten og søgningen returnerer det unikke Aphia-identifikationsnummer for det nuværende accepterede navn. Fx en søgning efter '*Crassostrea gigas*' (Stillehavsøsters) returnerer en ID 140656. Yderligere informationer forbundet med denne art i databasen indikerer, at dette navn er et yngre synonym, og at det valide navn er '*Magallana gigas*' (Aphia ID 836063) anvendes. For alle tabeller og lister i denne rapport er den gældende binomeniale nomenklatur i WoRMS databasen der er benyttet. Dette kan gøre det vanskeligt at sammenholde enkelte ældre ikke længere gældende synonyme artsnavne, men sikrer at fremtidige sammenligninger med resultaterne i denne rapport og i databaser som WoRMS databasen lettere kan gennemføres.

For observationer, hvor flere mulige artsnavne var angivet, antages det at begge arter var observeret. Fx en linje i ODA hvor der står '*Ceratium horridum/longipes*' erstattes af to nye linjer med hhv. '*Ceratium horridum*' og '*Ceratium longipes*' som artsnavne. Disse arter bliver så matchet med de nuværende accepterede artsnavne *Tripos horridum* (Aphia ID 837453) og *Tripos longipes* (ID 841259). Denne konservative antagelse sørger for, at en mulig registrering af en art bliver inkluderet i søgningen. Dog skal det bemærkes, at ingen observationer af ikke-hjemmehørende arter i denne omgang blev fundet som følge af denne antagelse.

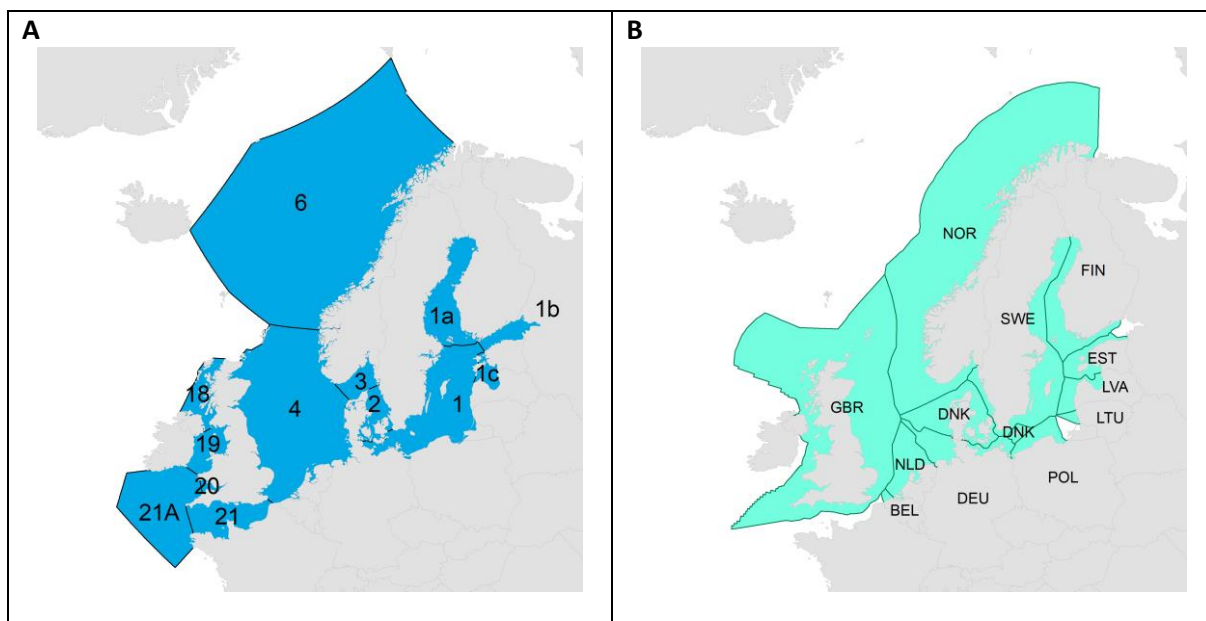
For størstedelen af de arter, der blev søgt efter i Aphia-databasen, var det muligt at finde et match. Det næste skridt var en manuel gennemgang af listen over de 178 'artsnavne' som ikke gav et match. I nogle tilfælde var der stavfejl, som kunne rettes, men i andre tilfælde var der angivet brede betegnelser eller andre beskrivelser, som ikke kunne anvendes i videre analyse, fx 'Blomster-planter, uspec.' eller 'Nanoflagellates, unidentified'.

2.2.2 Indsamling af information om arters geografiske udbredelse

Med listen over unikke artsnavne fra ODA, var det næste skridt at hente geografiske registreringer af alle disse arter fra WoRMS. Disse registreringer i WoRMS, som godkendes af en redaktør der har en taxonomisk erfaring inden for den pågældende gruppe, angiver hvor arterne er fundet, og om de er ikke-hjemmehørende der, hvor de er fundet. Hvis en art blev fundet i et område tæt på Danmark (**Figur 2.2**), og var noteret som ikke-hjemmehørende, så kom den på en liste over potentielle nye ikke-hjemmehørende arter- dvs ikke-hjemmehørende arter der ikke tidligere har været registreret i danske farvande.

2.2.3 Rummelig og tidlig variation i artsfund på den opdaterede artsliste

Listen over potentielle nye ikke-hjemmehørene arter blev gennemgået og sammenlignet manuelt med arter, der er listet i 'the Global Register of Introduced and Invasive Species (GRIIS)' og i 'the Global Biodiversity Information Facility (GBIF)'. Fx er et fund af *Ascophyllum nodosum* (Aphia ID 145541) i Den Tyske Bugt registreret som invasiv i WoRMS. Den var derfor inkluderet på vores liste over potentielle nye arter. En søgning i GBIF viser dog, at denne art findes i listen 'Checklist of Danish Algae', og derfor blev den efterfølgende fjernet fra 'potentiel'-listen.



Figur 2.2: Geografiske enheder for WoRMS registreringer: (A) IHO Havregioner og (B) eksklusive økonomiske zoner i Nordeuropa (EEZ). Baseret på Flander Marine Institute (2018a og 2018b).

Listen over ikke-hjemmehørende arter, der ikke tidligere har været registreret i danske farvande, som er fundet igennem denne analyse af ODA data, blev efterfølgende kombineret med de ikke-hjemmehørende arter, som kendes fra andre undersøgelser (MONIS-rapporterne samt Københavns Universitets (KUs) Fiskeatlas). Endvidere blev ikke-hjemmehørende arter, som allerede har været inkluderet på en liste over fremmede arter (se listen i Stæhr *et al.* 2016), men som ikke blev fundet som 'alien' i WoRMS, inkluderet i den næste del af analysen.

For hver art på denne endelige liste blev samtlige observationer analyseret for at identificere: (1) Det tidligste fund af arten i danske farvande, (2) det seneste fund, (3) variationen i antal fund per år fra 1990 til 2019 og (4) den geografiske udbredelse af disse fund.

2.3 Resultater

Der er identificeret i alt 93 ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande jf. **Tabel 2.1**.

Ud over artsnavn og AphiaID, som er en unik kode for artsnavne (ikke arter) i WoRMS-databasen, fremgår følgende af **Tabel 2.1**: (1) Første fundår, (2) seneste fundår, (3) fund i perioden 1990-2019, og (4) en grafisk præsentation af fund de enkelt år i denne periode.

Det skal bemærkes, at data for 2019 antageligt er ukomplette, da data er hentet fra ODA den 12. november 2019.

Tabel 2.1: Opdateret NIS-liste for perioden 1990-2019. Der er i alt identificeret 93 NIS-arter. Blå søjler i højre kolonne angiver rapportering af artens forekomst ved traditionel overvågning. Røde søjler i variationsdiagrammet i højre kolonne angiver om arten blev fundet med eDNA-metoden. Højden på variationssøjlerne er unikke for hver art, og kan ikke sammmholdes på tværs af arterne. Positive sporinger med eDNA-metoden blev kun anerkendt for eDNA-niveauer over 'Limit of quantification' (LOQ) i mindst et ud af tre tekniske replikater.

Navn	AphiaID	eDNA	Earliest	Latest	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Variation
<i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>	345943		1902	2018	9	23	59	77	131	145	101	140	88	154	188	137	165	131	114	110	101	65	86	51	73	86	28	34	33		9	3	4		
<i>Acipenser baerii</i>	233942		2005	2014																1						2		1							
<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	126275		1995	2018						1							1						1		2	1	1		2		4	1			
<i>Acipenser stellatus</i>	126278		2010	2010																					1										
<i>Agarophyton vermiculophyllum</i>	1327786		2007	2019																		4	2	9	8	7	10	16	18	13	16	6	4	1	
<i>Akashiwo sanguinea</i>	232546		1982	2019	176	82	47	41	87	66	15	8	10	2	18	7	9	17		3	16	27	50	25	16	8	4		12	7	47	47	21	8	
<i>Alexandrium margalefii</i>	233447		2017	2017																												3			
<i>Alexandrium minutum</i>	109711		1992	2014			1			2		5	1																						
<i>Alexandrium tamarense</i>	109714		1983	2018	57	43	25	10	14	21	12	4		7	10		1	3	3	3	3		2	1		6					1	1			
<i>Alitta succinea</i>	234850		1972	2018	65	50	38	55	82	98	131	104	77	64	78	74	110	72	92	76	63	60	85	87	59	57	28	33	9	25	6	24	33		
<i>Alkmaria romijni</i>	129769		1975	2015	25	20	11	2	4	5	6	8	17	10	14	11	26	35	14	3	1	11	18	21	11	2		2		3					
<i>Amphibalanus improvisus</i>	421139		1972	2019	1	18	8	29	34	17	15	16	29	10	14	25	28	45	63	75	73	19	9	57	73	114	65	51	35	6	34	35	41	5	
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	163275		2014	2014																								1							
<i>Aphelochaeta marioni</i>	129938		1984	2018	21	30	29	16	11	22	22	18	23	21	34	14	17	26	41	22	17	8		8	7	12	2	4		9		2	3		
<i>Austrominius modestus</i>	712167		2017	2017																												1			
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	149119		1982	2019	16	22	12	12	16	12	1	6	3	19	7	6	3	8	6	10	2	6	11	4	5	4	4	3	9	5	9	8	14	2	
<i>Biddulphia rhombus</i>	149324		1991	2016		1				1													19	43	18	27	31	25	30	24	5				
<i>Biddulphia sinensis</i>	148969		1982	2019	18	13	21	10	34	34	11	27	20	14	5	20	24	31	18	15	17	16	11	17	8	10	4	5	18	7	11	17	15	15	
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	144442	JA	1904	2018	26	57	41	47	36	46	33	46	30	44	30	37	21	56	27	41	15	25	11	25	22	30	35	43	38	32	38	25 (4)	18		
<i>Caprella mutica</i>	146768		2017	2017																												2			
<i>Carassius auratus</i>	154298		1990	2019	1									1		1		1								1	1	1	4	2			1	2	

Navn	AphiaID	eDNA	Earliest	Latest	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Variation
<i>Chaetoceros circinalis</i>	163019		2001	2011											2	2	8		9	17		7	12	15	4	3									
<i>Chaetoceros concavicornis</i>	156607		2011	2019																						1						1	1		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	178185		1981	2018																		19	25	26	23	15	1	1	5	18	3	10			
<i>Codium fragile</i>	145086		1986	2018	23	23	24	29	35	13	21	32	19	19	19	15	2	21	1	8	1	12	12	12	16	12	10	14	3	7	6	7	1		
<i>Colpomenia peregrina</i>	145856	JA	1988	2017	7	4	3	9	4		5	16	21	10	14	8		10		12	1	5	5	3	4	7	11	3		7	3	2 (2)			
<i>Corymbellus aureus</i>	162519		1989	1995			5			5																									
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	156632		1983	2016								13	2	10			1	2	1	2	4			1				1		1					
<i>Crepidula fornicata</i>	138963		1978	2018	1	2	7	3	2	2	2	1	4	5	3	7	5	13	20	20	3	1	3	2	2	7	5	1		7	2	6	5		
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	154314		2008	2012																			1		1	1									
<i>Cyprinus carpio</i>	154582		1957	2018															1		2	2	2		16	2	2		1				1		
<i>Dasya baillouviana</i>	144714		1989	2019	8	31	46	28	8	14	13	15	7	23	7	34	18	26	12	37	7	32	30	25	23	27	14	18	24	24	33	18	7	4	
<i>Dasysiphonia japonica</i>	836896		2005	2018																7	1	6	9	15	20	22	24	23	12	26	26	24	13		
<i>Diadumene lineata</i>	395099		2017	2017																													2		
<i>Dictyota dichotoma</i>	145367		1988	2018	6	10	11	13	10	10	4	10	10	11	11	10		9		11		11	2	10	10	7	10	8	8	7	10	3	6		
<i>Emiliania huxleyi</i>	115104		1989	2004															1																
<i>Ensis leei</i>	876640		1981	2018	3	2	1			7	4	2	6	4	3	3	7	8	8	6	8	4	13	9	9	5	4	3	8	12	1	18	9		
<i>Ethmodiscus punctiger</i>	148941		1901	2019	13	34	22	20	36	23	8	22	15	41	67	40	55	35	51	33	31	15	8	8	3	11	25	20	9	8	5	19	13	3	
<i>Fenestrulina malusii</i>	111418		2011	2018																						1						2	2		
<i>Fucus distichus subsp. evanescens</i>	292672		1989	2018	9	9	7	15	5	2		1	6	3		9								1				1			1		1		
<i>Gammarus tigrinus</i>	102296		1990	1990	1																														
<i>Grateloupia subpectinata</i>	370564		2015	2016																									1	1					
<i>Gymnomuraena zebra</i>	217476		2002	2002												1																			
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	158417		2017	2017																												1			
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	389288		2015	2015																									1						
<i>Heterosigma akashiwo</i>	160585		1989	2018			2			1			1						1		6	17			1	2	1	1			1	2			

Navn	AphiaID	eDNA	Earliest	Latest	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Variation		
<i>Huso huso</i>	126280		2010	2016																					1												
<i>Hypereteone heteropoda</i>	333652		2017	2017																																	
<i>Hyleurochilus bermudensis</i>	276312		1934	1934																																	
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	154600		1987	1990	9																																
<i>Jassa marmorata</i>	102433		2003	2005														13	12	12																	
<i>Karenia mikimotoi</i>	233024	JA	1971	2019									3	2	1	2	3	1	5	12	32	23	21	16	3	9	13	8	11	22	12	9 (4)	19	8			
<i>Lepidodinium chlorophorum</i>	345481		1999	2019										73	14			3	2		22	22	14	10	3							12	40	11			
<i>Magallana gigas</i>	836033	JA	2012	2018																							1	1				4	7	2 (2)			
<i>Marenzelleria neglecta</i>	181523		2001	2018												1					66	1		31									1				
<i>Marenzelleria viridis</i>	131135		1990	2018	9	20	23	16	25	28	28	33	40	45	60	53	43	62	92	110	22	12	24	26	11	22	14	18	6	16	4	6	14				
<i>Melanothamnus harveyi</i>	1027787		2000	2018											2	5		5		6		5	4	10	11	6	14	13	6	11	6	9	1				
<i>Micropogonias undulatus</i>	151158		2008	2018																			1											1			
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	106401	JA	2007	2018																			1	25	10	9	22	9				13	NA (6)	(19)			
<i>Molgula manhattensis</i>	103788		1973	2017		1	1		3	2	1	3	3	1	1	2	3	3	2	2			1	2	2	2	2			1		3					
<i>Mya arenaria</i>	140430	JA	1934	2019	155	123	130	148	142	138	164	145	167	139	157	146	195	174	186	120	137	87	98	124	111	69	35	66	24	64	21	38 (12)	41 (21)	6			
<i>Neogobius melanostomus</i>	126916		2008	2019																				2	11	55	87	144	255	81	43	54	58	19	21		
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	127182		1958	2017																													3				
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	127184		2017	2018																													10	3			
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	127185		1899	2019	21	33	18	26	22	26	12	21	16	23	32	14	13	33	36	5	9	18	9	20	48	23	47	98	19	7	9	18	20	7			
<i>Palaemon elegans</i>	107614		1992	2017			1	1										1	1				1	1		1						4	4				
<i>Penilia avirostris</i>	106272		1902	2018												10	23	37	27	16	30	26	22	20	17	16	5	10	11		14	11	21				
<i>Peridiniella catenata</i>	110156		1987	2018	17	21	61	89	70	65	114	53	17	14	25	19	8	22	4	1	2	3	1	2	1	3	2	1	1		1		8				
<i>Peridiniella danica</i>	233369		1901	2019			1			7	13	4	22	6	11	16	50	46	71	40	86	66	29	18	9	27	2	4		2	3	9	6				
<i>Peridinium quadridentatum</i>	1305343		2005	2018																3	4	12	8	13	4	2						2	4	2			

Navn	AphiaID	eDNA	Earliest	Latest	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Variation		
<i>Petricolaria pholadiformis</i>	156961		1978	2017	2	3	3		1	2	2	1	1		2		1		4	2	1		3	2	1	2	2	1		3		1					
<i>Piaractus brachypomus</i>	1022721		2013	2013																								1									
<i>Polydora aggregata</i>	157535		2017	2017																												1					
<i>Polydora cornuta</i>	131143		1972	2018	52	44	37	41	30	59	110	40	45	35	62	35	83	72	67	39	31	25	35	32	15	36	11	22	7	28	5	13	11				
<i>Porphyra umbilicalis</i>	144437		1983	2008	12	5	2	4			2	2						4		5			1														
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	147123		1978	2017	46	39	32	21	10	26	22	16	33	17	19	16	18	17	11	13	2	5	5	4	1	6	2	3		6		1					
<i>Prorocentrum cordatum</i>	232376	JA	1981	2019	273	231	379	284	301	262	284	263	179	205	116	127	194	192	93	107	98	71	79	57	45	64	61	46	74	27	42	38 (9)	51 (1)	21			
<i>Prorocentrum gracile</i>	110300		1989	2019	1																		2				3		10		14	10	9	3			
<i>Prorocentrum lima</i>	110301		1989	2019	18	5	6	2	1		4	2		2	1	3	1	4	2				2	1	3							1		1			
<i>Prorocentrum triestinum</i>	110316		1899	2019			4	1			12	23	18	39	20	30	33	35	20	34	38	45	38	35	13	19	44	16	23	17	28	21	31	5			
<i>Protomonostroma undulatum</i>	145946		1988	1988																																	
<i>Pseudochattonella</i>	531445	JA	1991	2019		1							4	2	2	13		1	8				3	8								31	40 (21)	17 (6)	18		
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	107414		2011	2017																						1							1				
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	163346		2009	2015																				18	57	70	35	7	37	50							
<i>Salvelinus fontinalis</i>	154241		1916	2012																	1	2					1										
<i>Sargassum muticum</i>	494791		1988	2018	12	24	26	27	27	28	20	33	29	30	29	19		19		20		21	11	13	20	22	25	22	23	28	25	18	10				
<i>Scartella cristata</i>	126782		1934	1934																																	
<i>Streblospio benedicti</i>	131191		2017	2017																													1				
<i>Styela clava</i>	103929		1981	2017						1			1		1				3		1			4			3	1	1	2	1	3					
<i>Teredo navalis</i>	141607		1997	1997								2																									
<i>Tripes arietinus</i>	841182		1900	2019		1	4	2	8	11	19	12	1		2	6		2			2		1				2					1		3			
<i>Tripes macroceros</i>	841260		1900	2019	20	31	22	9	45	16	82	58	49	44	9	19	7	10	26	25	44	4	1	10	1	15	11	1	13	8	7	26	24	10			
<i>Wildemanina miniata</i>	500421		1995	1995						1																											

eDNA: Et JA angiver at mindst et ud af tre tekniske replikater er over LOQ . Numre i parentes angiver observationer baseret på eDNA-metoden.

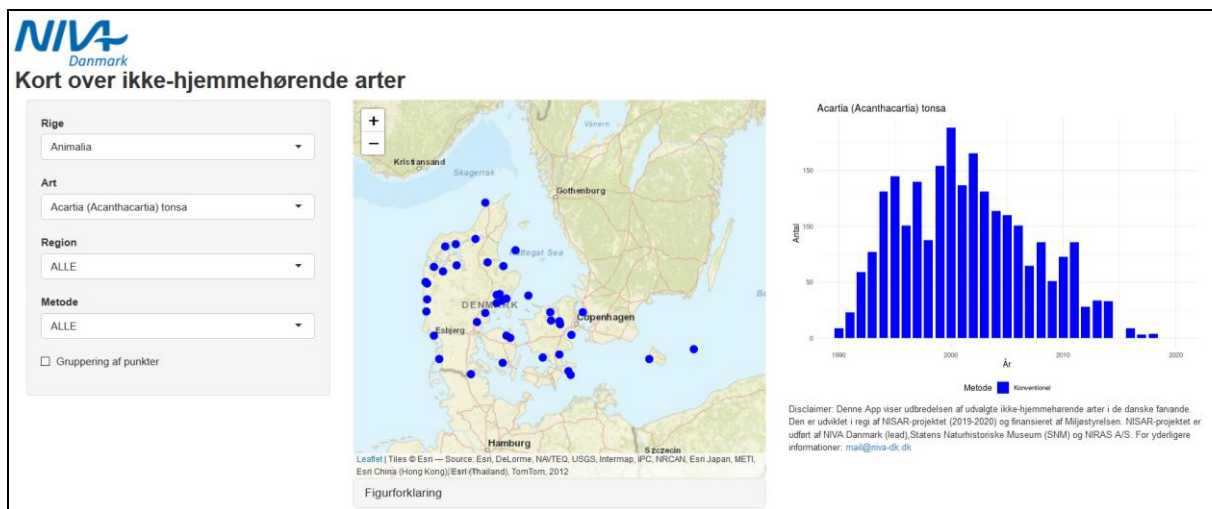
2.4 Diskussion og konklusioner

Den opdaterede NIS-liste er baseret på en række nye datasæt der ikke tidligere har været anvendt til dette formål. De nye datakilder omfatter: Købehavns Universitets Fiskeatlas, MONIS 4-projektets undersøgelser i 16 danske havne samt NOVANA-programmets registreringer af ikke-hjemmehørende arter gennem de seneste årtier. Der er således inddraget nye datakilder som gør den nye NIS-liste langt mere omfattende end tidligere. Dette er afgørende for, at den nye NIS-liste nu omfatter i alt 93 ikke-hjemmehørende arter fra danske farvande.

Den tidligere NIS-liste fra 2016 indeholdt 169 arter (Stæhr *et al.* 2016) og var primært baseret på NOVANA-data og videnskabelig litteratur og indeholdt derfor flere organismegrupper end undersøgt i dette projekt. Tidligere NIS-lister har også inkluderet flere yngre synonymmer, hvilket fremover kan undgås ved brug af WoRMS databasen og unikke arts-koder. Den tidligere NIS-liste inkluderede også enkelte upræcise artsoptegnelser (fx 'blomsterplanter' eller 'nanoflagellater unspéc.') som nu er fjernet fra listen.

Kombineres den opdaterede NIS-liste (**Tabel 2.1**) med registreringerne i Stæhr *et al.* (2016) og Stæhr *et al.* (2020) bliver antallet af ikke-hjemmehørende arter registreret i de danske farvande ikke 93, men i alt 113 (se bilag 3).

Det kan være vanskeligt dels at uddrage relevante informationer fra store tabeller som **Tabel 2.1**, dels at danne sig et overblik over både registreringer og forekomst af de forskellige ikke-hjemmehørende arter. Som en del af NISAR-projektet er der derfor udviklet en prototype 'ShinyApp' for forekomst af ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande (https://niva-dk.shinyapps.io/NISAR_app/). Et 'screen dump' af applikationen (App) er vist nedenfor (**Figur 2.3**, se også kapitel 3, **figur 3.9**).



Figur 2.3: 'Screen dump' af ShinyApp'en for ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande.

Med denne prototype App er det nu muligt for hver enkelt art på den opdaterede NIS-liste at se (1) forekomst, (2) år og hyppighed for registrering, og (3) prøvesamlingsmetode (konventionel vs. eDNA).

Seks udvalgte arters forekomst er vist i kapitel 3, **Figur 3.9** – her nogle af dem som vurderes som værende såkaldte 'problemarter': Sortmundet kutling (*Neogobius melanostomus*), Sargassotang (*Sargassum* spp.), amerikansk ribbegoble (den såkaldte 'dræbergoble' *Mnemiopsis leidyii*) og Stillehavsøsters (*Magallana gigas*). Søgeindstillingerne i denne 'App' kan justeres til højere taxonomiske niveauer, som

fx orden, klasse eller familie, og indstillingerne kan også justeres for områder, specifikke farvande, indsamlingsmetoder og indsamlingsperioder. Søgeresulater kan hurtigt eksporteres som grafiske kort med punkter for registreringer, eller som tabelfiler der kan læses ind af anden software. App'en er en prototype. Det vil fremadrettet være enkelt for Miljøstyrelsen at tilføje nye eller supplerende data, fx fra NOVANA-programmet eller fra enkelt fund af ikke-hjemmehørende marine arter. Denne 'App' vil kunne køre på både Mac, Windows og Linux, og vil have potentiale for at kunne bruges på 'smartphones' og 'tablets' i felten.

Med den opdaterede NIS-liste er der mulighed for dels at gennemføre en 'short listing' af særlige problemarter, dels at prioritere den videreudvikling af operationelle eDNA-baserede sporingssystemer. Inden der kan udvikles nye eDNA-baserede sporingssystemer for de nye 'NIS-arter' vil det dog være nødvendigt, at afklare hvorvidt det overhovedet er muligt at udvikle nye eDNA-sporingsystemer. Artsspecifikke eDNA-sporingsystemer kan alt efter hvor efterprøvede de er, kategoriseres på en valideringsskala der løber fra niveau 1 til 5 (Thalinger *et al.* 2021). Et system der er valideret på niveau 1 er kun designet per computer, og kun vurderet ud fra computer sammenligning af DNA sekvenser. Det vil derfor ikke engang være sikkert at det vil virke på reele vandprøver. Et sporingssystem på niveau 5 er blevet underlagt en statistisk test af hvor sandsynligt det er at spore det pågældende eDNA over mange forskellige habitater og sæsonindsamlingsperioder. I MONIS4-5 programmerne er alle de benyttede sporingssystemer optimeret til at møde kravene for niveau 4 validering (Thalinger *et al.* 2021), ved at 'limit of detection' (LOD) og 'limit of quantification' (LOQ) forinden vandprøverne analyseres er blevet bestemt for hvert enkelt sporingssystem (Abbot *et al.* 2021). For udvikling af nye artsspecifikke sporingssystemer, vil det være et krav at nye systemer valideres tilsvarende til niveau 4. Hvorvidt det kan lade sig gøre at designe, afprøve og validere nye artsspecifikke systemer vil i høj grad afhænge af hvorvidt den nyfundne NIS-art er (1) en del af et taxonomisk artskompleks og (2) i hvor høj grad der foreligger genetisk sekvens-information på offentlige databaser fra både den nyfundne NIS-art men også fra tætbeslægtede arter, samt (3) hvorvidt det er muligt at indhente prøver fra fysiske individer af både den nyfundne NIS-art og af relevante tætbeslægtede arter, der potentielt kan forveksles på DNA-niveau. Alt efter hvorvidt disse tre delelementer kan opfyldes, vil det være muligt at både designe og validere nye artsspecifikke sporingssystemer. Men er blot en af disse tre delelementer vanskelige eller umulige at opfylde, kan det også vise sig alt for vanskeligt at udvikle og efterprøve et nyt artsspecifikt sporingssystem, der kan valideres til minimum niveau 4.

- Ad (1:): Viser det sig at en nyfundne NIS-art er en del af et større taxonomisk artskompleks, vil det ofte være umuligt at udvikle et eDNA-sporingsystem. Hvis arten er den en del af et kryptisk artskompleks, der mangler god morfologisk beskrivelse for hvordan forskellige arter indenfor samme slægt kan skelnes morfologisk, vil det ikke være muligt at identificere en genetisk sekvens, der definerer arten. Genetiske sekvenser deponeret på genetiske databaser er som udgangspunkt artsbestemt ud fra den art de stammer fra, ikke omvendt. Et eksempel på et vanskeligt artskompleks kan være vandlopper (Copepoda). Der findes mere end 13000 arter af vandlopper på verdenplan, og mange af arterne er utilstrækkeligt beskrevet (Boxhall & Defaye 2008). Selvom der muligvis kunne være et ønske om at spore eDNA fra en introduceret art af vandloppe i danske farvande, vil det mere eller mindre være en uoverkommelig opgave, hvis den danske fauna af vandlopper, der er tætbeslægtet med den introducerede art er dårligt beskrevet. Er den hjemmehørende fauna vanskelig at skelne morfologisk, er det ensbetydende med at den genetiske variation også er dårligt beskrevet, og det vil betyde at det vil være vanskeligt at skelne DNA fra en introduceret tæt beslægtet art fra den genetiske diversitet blandt de hjemmehørende arter. Med artsspecifik sporing hvor den hjemmehørende fauna kan forventes at være meget lig i genetisk variation for det pågældende genfragment der spores med det artsspecifikke system, vil der

derfor være meget stor risiko for at man opnår falsk positiv sporing der kan stamme fra repræsentanter af den hjemmehørende fauna.

- Ad (2): Findes der ikke genetiske sekvenser for den art der skal eftersøges, og er der ikke sekvenser fra tæt beslægtede arter på de genetiske databaser, skal disse sekvenser først frembringes. Dette kan lade sig gøre, hvis der kan indhentes prøver af organismen og prøver fra sameksisterende tætbeslægtede arter.
- Ad (3): Kan der ikke indhentes prøver af den organisme der ønskes eftersøgt med eDNA-metoden, og kan der ikke indhentes prøver fra tætbeslægtede arter, så kan et nydesignet eDNA-sporingsystem ikke afprøves og valideres. Dette er en forudsætning for at systemet efterfølgende kan benyttes i praksis. Se valideringsskala af Thalinger *et al.* (2021).

Udvikling af operationelle eDNA-baserede sporingssystemer, som hidtil har fundet sted i regi af MONIS-projekterne (primært MONIS 2, 3 og 5), bør fortsætte, således at der bliver udviklet artsspecifikke sporingssystemer for en række af de identificerede NIS-arter. Der skal selvsagt tages udgangspunkt i de eksisterende MONIS-baserede sporingssystemer, p.t. 21 oprindelige systemer, tre for asiatiske krabber og ni for ferskvandskrebs. Dernæst skal potentielle problemarter identificeres og prioriteres. Endelig skal de ovenfor nævnte tre kriterier for udvikling og validering af eDNA-baserede sporingssystemer opfyldes.

Hvad angår identifikation af potentielt prioriterede arter, kan der med udgangspunkt i resultaterne af NISAR-projektet og i den videre prioritering og planlægning, tages følgende arter eller artsgrupper i betragtning:

- Bentiske invertebrater: *Diadumene lineata* (søanemone), *Amphibalanus improvisus* (rur) og *Fenestrulina malussi* (mosdyr, bryozoa).
- Undervandsvegetation: *Protomonostroma undulatum* (grønalg makrofyte) og *Antithamnionella ternifolia* (rødalge).
- Fisk: *Piaractus brachypomus* (piratfisk).
- Fytoplankton: *Prorocentrum triestinum*, *Prorocentrum cordatum* (flagellat) og *Emilliana huxleyi* (coccolithophor).

Hvad angår zooplankton, anbefales det at udsætte en eventuel nyudvikling af yderligere testsystemer. Det skyldes at de ikke-hjemmehørende zooplankton arter alle er repræsentanter for artskomplekser, som vil være kompliceret at separere.

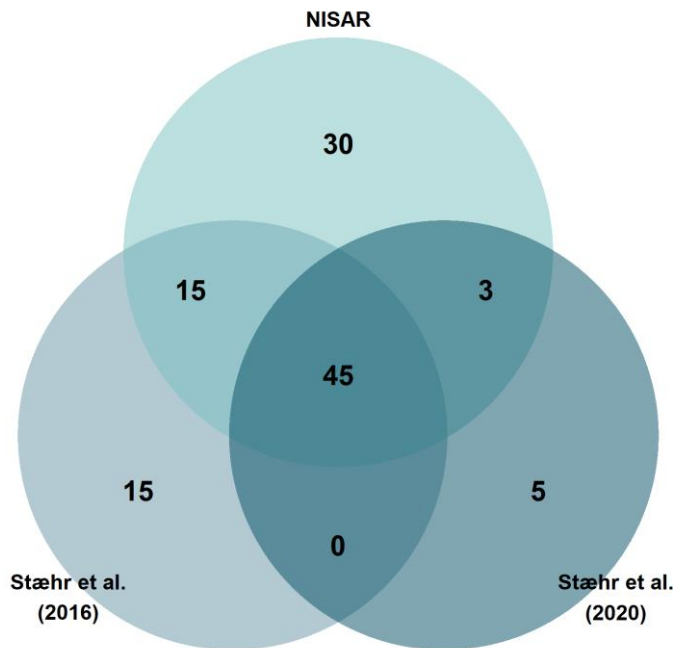
Listen ovenfor med forslag til arter, som der eventuelt kan udvikles eDNA-sporingsystemer for, kan diskuteres og modificeres alt efter hvor vanskeligt det vil være af opfylde det tre tidligere nævnte kriterier for udviklingen af eDNA-baserede sporingssystemer, herunder om normen for rapportering af resultater bør være level 3, 4 eller eventuelt 5 jf. Thalinger *et al.* (2021).

Fremadrettet foreslås der udviklet et til to nye systemer årligt, afhængigt af antallet af nært beslægtede arter og den økonomiske ramme herfor. I den forbindelse foreslås det, at eventuelle udviklingsaktiviteter koordineres med vore nabolande eller eventuelt med HELCOM og OSPAR. Et sådant samarbejde og en sådan arbejdsdeling vil alt andet lige føre til udvikling af flere testsystemer, end hvad det enkelte land har mulighed for at bære.

Samlet set kan der på baggrund af den her gennemførte opdatering af den nationale marine NIS-liste konkluderes følgende:

- Der er i NISAR-projektet registreret i alt 93 ikke-hjemmehørende marine arter.
- Sammenholdes den opdaterede NIS-liste med den oprindelige NIS-liste fra 2016 og Stæhr et al. (2020), som begge er baseret på overlappende, men ikke helt identiske datakilder, kommer det samlede antal af ikke-hjemmehørende arter registreret i danske farvande op på i alt 113.

Parallelopgørelsen i bilag 3 – baseret på nærværende NISAR-projekt og rapporteringerne udført af Stæhr et al i hhv 2016 og 2020 – kan sammenfattes som vist i **Figur 2.4** nedenfor. Særligt interessant er, at NISAR-projektet føjer 30 ny arter på NIS-listen.



Figur 2.4: Venn-diagram baseret på denne rapport (NISAR) og to tidligere NIS-lister (Stæhr et al. 2016) og Stæhr et al. (2020). Det samlede antal arter er $30 + 15 + 3 + 45 + 15 + 5 = 113$.

Det skal understreges at der sandsynligvis er mere end 113 ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande – der er sandsynligvis dels arter der er tilstede men endnu ikke dokumenteret, dels er der arter som er 'gråzonearter', hvor det kan diskuteres om de er ferske arter eller reelle ikke-hjemmehørende arter.

Det anbefales, at den opdaterede NIS-liste lægges til grund for udvikling af yderligere eDNA-baserede sporingssystemer i stil med det udviklingsarbejde, der har fundet sted i MONIS-projektet. Videre anbefales det, at det om 3-4 år, når der foreligger flere erfaringer med brugen af eDNA-baserede metoder i den marine overvågning, overvejes både at opdatere NIS-listen og at opdatere den syntese som er udarbejdet på baggrund af listen (se kapitel 3).

3 Ikke-hjemmehørende arter i danske farvande

Forekomst af ikke-hjemmehørende marine arter er analyseret på baggrund af data fra NOVANA-programmet, hvor der anvendes både konventionelle og eDNA-baserede metoder. Desuden er der indraget data fra det danske Fiskeatlas, som blev påbegyndt af Statens Naturhistoriske Museum i 2006 (se <https://fiskeatlas.ku.dk/>) og fra MONIS-projekterne, som er påbegyndt af Miljøstyrelsen i 2014.

3.1 Indledning

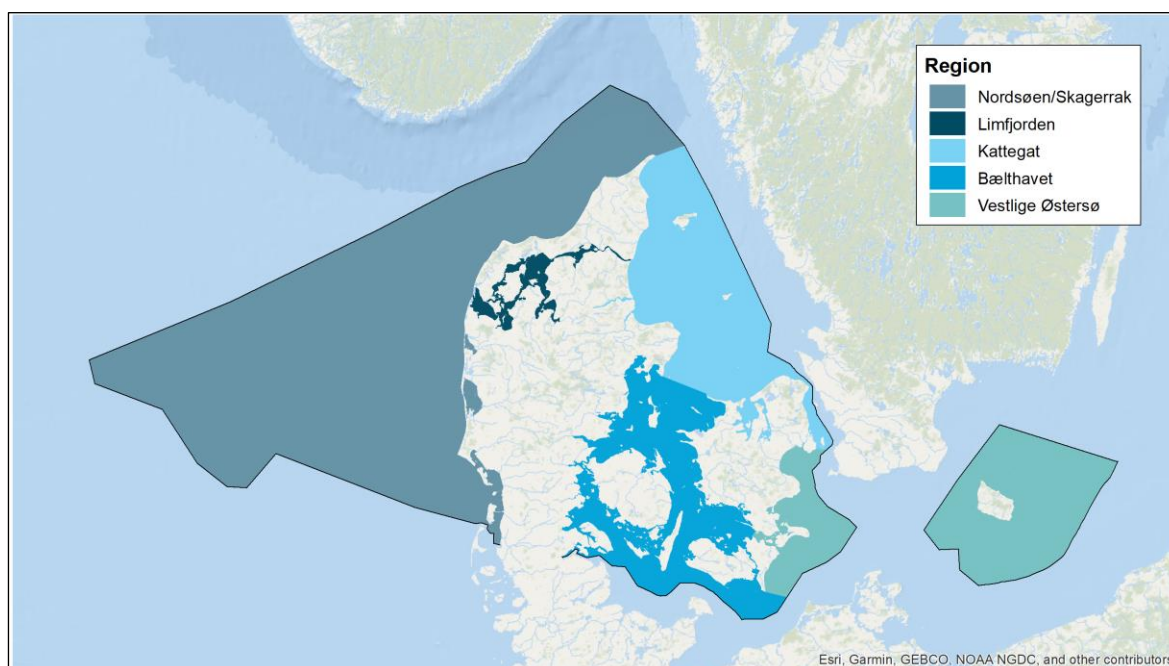
Miljø- og naturtilstanden i de danske farvande er en funktion af de naturlige rammebetingelser (fx salinitet, temperatur og substratsforhold) og de aktuelle påvirkninger fra menneskelige aktiviteter (Miljø- og Fødevareministeriet 2019 og Andersen *et al.* 2020).

De væsentligste presfaktorer i de danske farvande er udledninger af forurenende stoffer, primært næringsstoffer, men også miljøfremmede stoffer samt fiskeri og klimaforandringer (Andersen *et al.* 2020). Ikke-hjemmehørende arter kan potentielt også være en betydelig presfaktor, specielt hvis en introduceret art er invasiv og derfor kan etablere sig i større mængder og have effekter på struktur og funktion af de marine økosystemer (se HELCOM 2018 og Reker *et al.* 2020).

Det er tidligere vist, at der løbende kommer flere ikke-hjemmehørende arter til de danske farvande (Stæhr *et al.* 2016 og 2020). Dette, sammenholdt med Havstrategidirektivets krav om overvågning, har derfor siden 2017 medført specifik fokus på ikke-hjemmehørende marine arter i NOVANA-programmet. På den baggrund er der på en række udvalgte stationer gennemført overvågning af udvalgte ikke-hjemmehørende arter.

De danske farvande kan overordnet inddeles i fem delområder: (1) Nordsøen, inkl. Vadehavet, og Skagerrak, (2) Limfjorden, (3) Kattegat, (4) Bælthavet og (5) den vestlige Østersø (Figur 3.1). Delområderne 1-3 svarer til de danske dele af OSPAR-området og MSFD havstrategidirektivets region 'Nordsøen'. Delområderne 2-5 svarer til de danske dele af HELCOM-området, mens delområderne 4-5 svarer til havstrategidirektivets -region 'Østersøen'.

For miljø- og naturtilstanden i de danske farvande gælder det generelt, at menneskers udnyttelse af havets ressourcer og udledning af forurenende stoffer har medført, at ingen områder (hverken kystnært eller på åbent hav) har opnået målet om god miljøtilstand, jf. Havstrategidirektivet (Miljø- og Fødevareministeriet 2019, Reker *et al.* 2020).



Figur 3.1: Kort over de danske farvande, herunder underopdelinger i (1) Nordsøen/Skagerrak, (2) Kattegat, (3) Limfjorden, (4) Bælthavet og (5) danske dele af den vestlige Østersø.

Tabel 3.1: Oversigt over NIS-registreringer af fytoplankton (Fyto); zooplankton (Zoo); undervandsvegetation (SAV); invertebrater (INV) og fisk i de forskellige dele af de danske farvande.

Region	Areal (km ²)	Fyto	Zoo	SAV	INV	Fisk
Nordsøen/Skagerrak	59.042	25	3	7	21	7
Limfjorden	1.539	27	3	11	15	12
Kattegat	15.975	20	3	9	11	5
Bælthavet	12.976	24	3	10	19	14
Vestlige Østersø	15.800	18*	3	1	8	12
I alt	105.332	28	3	14	27	21

*en af disse er kun fundet med eDNA (*Pseudochattonella*).

3.2 Metoder

De metoder, der her er anvendt til artsbestemmelse, er dels konventionel prøvetagning og visuel bestemmelse, dels begroningsplader, natdykning og molekylærbioologiske metoder (eDNA-analyse).

3.2.1 Konventionel prøvetagning

Den konventionelle prøvetagning er som udgangspunkt baseret på de tekniske anvisninger for NOVANA:

- Fytoplankton: Vand er indsamlet og fytoplankton er artsbestemt i henhold til Fossing *et al.* (2019) og Jakobsen & Fossing (2015a) som er de gældende tekniske anvisninger, og som redegør for justeringer i metoderne siden 1989.
- Zooplankton: Her er indsamlinger og oparbejdning ligeledes baseret på Fossing *et al.* (2017), Jakobsen & Fossing (2015b) og Jakobsen & Møller (2016).
- Undervandsplanter: Data er indsamlet i henhold til Bruhn *et al.* (2013) og Høgslund *et al.* (2013).
- Bundfauna: Data er indsamlet og oparbejdet for både den bløde bund og den hårde bund - metoderne herfor er beskrevet i hhv. Hansen & Josefson (2014), Lundsteen & Dahl (2016) og Dahl & Lundsteen (2018).

For fisk er der ikke tale om en systematisk overvågning, men om detaljerede indberetninger til det danske Fiskeatlas (se <https://fiskeatlas.ku.dk>).

Desuden er der i 2017 i 16 danske havne kortlagt forekomster af ikke-hjemmehørende arter jf. Andersen *et al.* (2017a) – her er der anvendt supplerende metoder, bl.a. begroningsplader og natdykning.

For hver organismegruppe blev ikke-hjemmehørende arter registreret hvert år i perioden 1990-2019, både i de danske farvande som helhed samt i hver af de fem regioner. Udviklingen i de samlede tal over tid er analyseret med lineær regression. Da data for 2019 vurderes til at være ukomplette, er dette år ikke taget med.

3.2.2 eDNA-analyser

Miljøstyrelsen har gennem MONIS-projekterne (fase 1, 2, og 3) udviklet artsspecifikke testsystemer for i alt 21 marine NIS-organismer. Indsamlingen og filtrering af vand, ekstraktionen af eDNA fra det filtrerede vand, den efterfølgende sporing af eDNA ved qPCR-analyse ('quantitative polymerase chain reaction') i laboratoriet samt kvalitetssikringen af arbejdet er beskrevet i tekniske anvisninger for eDNA-baseret overvågning af ikke-hjemmehørende marine arter (Knudsen *et al.* 2020a). Det er i denne sammenhæng vigtigt at bemærke, at prøveindsamlingen blev begrænset til en enkelt prøve udtaget midt i vandsøjlen på lokaliteten.

Grundet mistanke om krydsforurening mellem ekstraktioner fra filtrerede vandprøver og positiv kontrol for den amerikanske hummer (*H. americanus*) er resultaterne for analysen for amerikansk hummer udeladt, da disse svage indikationer på eDNA er tvivlsomme, og bør analyseres på ny. Ligeledes udgår eDNA-data analyse for Kamchatka-krabben (*Paralithodes camtschaticus*), da det i august 2020 har vist sig, at det ellers formodede artsspecifikke eDNA-sporingsystem for Kamchatka-krabbe også har mulighed for at give en falsk positiv sporing af den almindeligt forekommende eremitkrebs (*Pagurus* spp.).

3.3 Resultater

Der er identificeret 93 ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande. I de følgende afsnit gøres der rede for resultaterne for henholdsvis den konventionelle prøvetagning og for eDNA-baseret prøvetagning.

3.3.1 Konventionel prøvetagning

Følgende organismegrupper er vurderet på baggrund af konventionel prøvetagning: Fytoplankton, zooplankton, undervandsvegetation, bunddyr og fisk.

Fytoplankton

Der er registreret 28 ikke-hjemmehørende arter af fytoplankton i de danske farvande (Tabel 3.1). Af disse er alle 28 registreret i de danske dele af OSPAR-

området og 24 i HELCOM-området. I regionerne Nordsøen/Skagerrak, Limfjorden, Kattegat, Bælthavet og Vestlige Østersø er der registreret hhv. 25, 27, 20, 24 og 17 arter. Set over tid kan det konstateres, at der er en signifikant stigning i det samlede antal af registrerede ikke-hjemmehørende arter af fytoplankton (ca. 1 art hver 5. år, $p < 0.01$) (Figur 3.2).

Zooplankton

Der er registreret tre ikke-hjemmehørende arter af zooplankton i de danske farvande. Disse er fundet i samtlige farvandsområder, dvs. i de danske dele af OSPAR- og HELCOM-områderne og i Nordsøen/Skagerrak, Limfjorden, Kattegat, Bælthavet og Vestlige Østersø. Det konstateres, at der er en stigning i forekomst af zooplankton fra to stationer i Nordsøen/Skagerrak i 1990 til 12 stationer i 2019 (Figur 3.3).

Undervandsvegetation

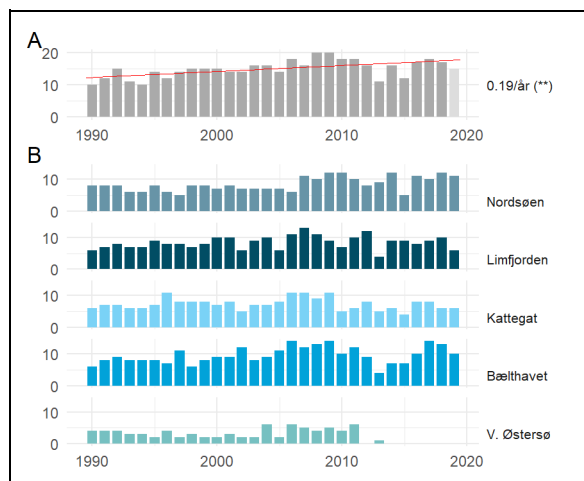
Der er registreret 14 ikke-hjemmehørende arter af undervandsvegetation i de danske farvande. Af disse er 13 registreret i OSPAR-området og 10 i HELCOM-området. I regionerne Nordsøen/Skagerrak, Limfjorden, Kattegat, Bælthavet og Vestlige Østersø er der registreret hhv. 6, 11, 9, 10 og 1 arter. Set over tid er der en stigning i det samlede antal arter af vegetation (ca. 1 art hver 10. år, $p < 0.05$) (Figur 3.4).

Bentiske invertebrater

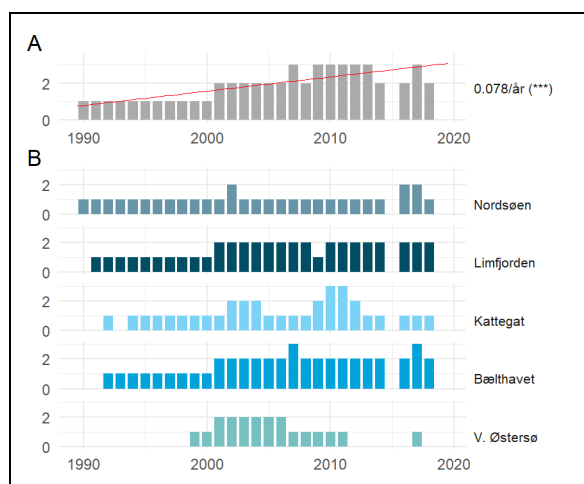
Der er registreret 28 ikke-hjemmehørende arter af invertebrater i de danske farvande. Af disse er 23 registreret i OSPAR-området og 19 i HELCOM-området. I regionerne Nordsøen/Skagerrak, Limfjorden, Kattegat, Bælthavet og Vestlige Østersø er der registreret hhv. 21, 14, 10, 19 og 8 arter. Over tid kan det ikke konstateres, at der er en signifikant stigning i det samlede antal af arter af bentiske invertebrater (Figur 3.5).

Fisk

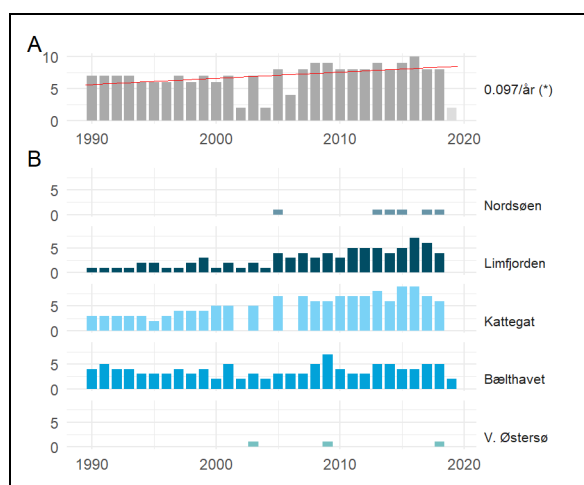
Der er registreret 22 ikke-hjemmehørende fiskarter i de danske farvande, hvoraf 19 er registreret efter 1989. Af de 19 er 13 registreret i de danske dele af OSPAR-området og 15 i HELCOM-området. I regionerne Nordsøen/Skagerrak, Limfjorden, Kattegat, Bælthavet og Vestlige Østersø er der registreret hhv. 7, 13, 5, 14 og 12 arter. Over tid kan det konstateres, at der er en signifikant stigning i det samlede antal af ikke-hjemmehørende fiskearter (0.19 arter per år, $p < 0.001$) (Figur 3.6).



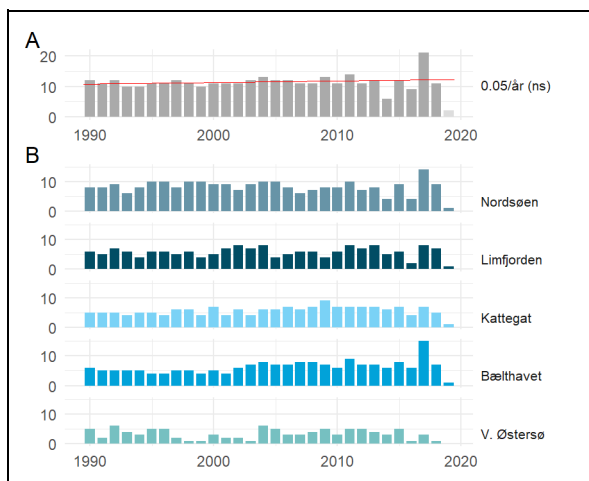
Figur 3.2: Udvikling i registreringer af fytoplankton baseret på konventionel prøvetagning (1990-2019) i de danske farvande (A) og per region (B).



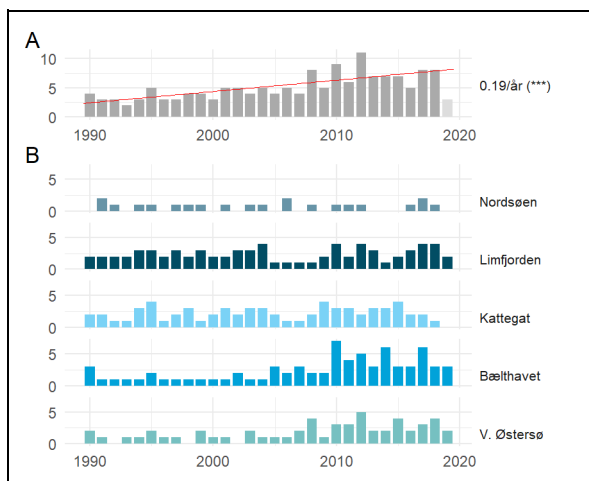
Figur 3.3: Udvikling i registreringer af zooplankton baseret på konventionel prøvetagning (1990-2019) i de danske farvande (A) og per region (B).



Figur 3.4: Udvikling i registreringer af undervandsvegetation baseret på konventionel prøvetagning (1990-2019) i de danske farvande (A) og per region (B).



Figur 3.5: Udvikling i registreringer af bentske invertebrater baseret på konventionel prøvetagning (1990-2019) i de danske farvande (A) og per region (B).



Figur 3.6: Udvikling i registreringer af fisk baseret på konventionel prøvetagning (1989-2019) (1990-2019) i de danske farvande (A) og per region (B).

3.3.2 eDNA-analyser

Den eDNA-baserede overvågning registrerer ikke nye NIS-arter. Til gengæld giver eDNA-analysen en indikation af den aktuelle forekomst af den pågældende NIS-art.

Plankton og undervandsvegetation

Med eDNA-metoden spores alle livsstadier af en organisme, herunder også det pelagiske livsstadium som mange marine organismer har inden de etablerer sig på havbunden. I kategorien 'plankton og undervandsvegetation' er der derfor for eDNA-analyser medregnet heterokonte flagellater, rødalger, dino-flagellatter, ribbegobler og nældecelledyr.

Blandt rødalger blev der fundet meget lave indikationer på eDNA fra rødtotalgen (*B. hamifera*) i Lillebælt i foråret 2018. De sporede eDNA-niveauer fra østerstyven (*C. peregrine*) var lave for Bælthavet og det sydøstlige Kattegat, med et enkelt højt niveau (et teknisk replikat over LOQ) sporet i Odense havn i efteråret 2017.

For de to arter af heterokonte flagellater (*Pseudochattonella verruculosa* og *P. farcimena*) var eDNA-niveauerne højest i den nordlige del af Kattegat og i Skagerrak. Den centrale del af Bælthavet havde i efteråret 2017 det højeste registrerede niveau af eDNA for *Pseudochattonella*. For dinoflagellatten *Karenia mikimotoi* blev der ikke fundet sporbart eDNA i foråret 2018, men i efteråret 2017 og efteråret 2018 blev der observeret eDNA-niveauer der var over LOQ for Limfjorden og under LOD for det centrale Kattegat og for Vadehavet. Et tilsvarende billede med sporbare eDNA-niveauer gjorde sig gældende for den anden dinoflagellat *Prorocentrum minimum*, der i efteråret 2018 havde eDNA-niveauer over LOQ for den jyske vestkyst og i efteråret 2017 kunne spores under LOD i Skagerrak og i den nordlige del af Nordsøen.

Blandt nældecelledyr kunne praktisk taget intet eDNA fra brakvandskrøllepolyp (*C. caspia*) spores over de tre indsamlingssæsoner. Kun et svagt signal (under LOD) fra efteråret 2018 vest for Lolland kunne antyde en tilstedeværelse. For ribbegoblen var billedet for den amerikanske ribbegoble (*M. leydeii*) lige modsat. Med høje niveauer sporet i alle tekniske replikater, der indikerede tilstedeværelse i praktisk taget alle tekniske replikater på niveauer over LOQ for prøverne fra Limfjorden, Skagerrak og det nordlige Kattegat og med enkelte tekniske replikater over LOQ for Vadehavet og Lillebælt i efteråret 2017. Billedet for 2018 viste et fravær af eDNA fra den amerikanske ribbegoble i foråret 2018, dog på nær Vadehavet. Amerikanske ribbegoble var atter tilstede i alle danske farvande i efteråret 2018.

Bentske invertebrater

For vandprøverne indsamlet i 2017-2018 blev fire arter af Arthropoda og to arter af Mollusca (som her for eDNA-analysen i denne rapport repræsenterer de bentske invertebrater) forsøgt sporet med eDNA-metoden. De fire marine repræsentanter af Arthropoda omfatter her kamchatka krabben (*Paralithodes camtschaticus*), amerikansk hummer (*Homarus americanus*), nordamerikansk mudderkrabbe (*Rhithropanopeus harrisi*) og kinesisk uldhåndskrabbe (*Eriocheir sinensis*).

Tabel 3.2: NIS-arter i de danske farvande. Tabellen er fordelt på taksonomisk gruppe og med angivelse af navn, år for første observation og forekomst i regionerne (1) Nordsøen/Skagerrak (N/S), (2) Limfjorden (LF), (3) Kattegat (KAT), (4) Bælthavet (BH) og (5) de vestlige dele af Østersøen (VØ). Bemærk at forholdsvis mange arter ikke nødvendigvis har været i dansk marin biologisk fokus og derfor (endnu) ikke har et dansk navn. Mange arter er så undseelige at de end ikke har et engelsk navn. Den binomiale nomenklatur følger WoRMS databasen for gældende artsnavne. Førstegangs-registreringer er alene baseret på konventionel prøvetagning.

Nr	Navn			Obs. År	Region				
	Latin	Dansk	Engelsk		N/S	LF	KAT	BH	VØ
1	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regnbueørred	Rainbow trout	1899	1901	1958	1899	1899	1910
2	<i>Prorocentrum triestinum</i>	-	-	1899	1899	1983	1997	1997	2006
3	<i>Tripes arietinus</i>	-	-	1900	1992	-	1992	1900	1996
4	<i>Tripes macroceros</i>	-	-	1900	1982	1983	1901	1900	1996
5	<i>Ethmodiscus punctiger</i>	-	-	1901	1993	1991	1901	1990	1991
6	<i>Peridiniella danica</i>	-	-	1901	1996	1983	1901	1995	1992
7	<i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>	-	-	1902	1989	1989	1902	1992	1999
8	<i>Penilia avirostris</i>	-	-	1902	2002	2002	1902	2001	2001
9	<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	Rødtot	-	1904	-	1988	1904	1986	2003
10	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Kildeørred	Brook trout	1916	1966	-	1916	2007	-
11	<i>Hypoleurochilus bermudensis</i>	Bermudaslimfisk	Barred blenny	1934	-	-	-	-	1934
12	<i>Mya arenaria</i>	Almindelig sandmusling	Sand gaper	1934	1980	1978	1977	1934	1941
13	<i>Scartella cristata</i>	Hanekamslimfisk	Molly miller	1934	-	-	-	-	1934
14	<i>Cyprinus carpio</i>	Karpe	Carp	1957	-	-	1957	1982	1975
15	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	Pukkellaks	Pink salmon	1958	1973	-	-	1976	1958
16	<i>Karenia mikimotoi</i>	-	-	1971	2000	1998	1999	1971	2004
17	<i>Alitta succinea</i>	-	Pile worm	1972	1980	1978	1977	1972	1990
18	<i>Amphibalanus improvisus</i>	Brakvandsrur	Bay barnacle	1972	1987	1980	1989	1972	1992
19	<i>Polydora cornuta</i>	-	Whip mudworm	1972	1972	1978	1978	1972	1978
20	<i>Molgula manhattensis</i>	Lådden søpung	Sea grape	1973	1991	1983	1994	1973	-
21	<i>Alkmaria romijni</i>	-	Tentacled lagoon worm	1975	1985	-	1990	1975	1975
22	<i>Crepidula fornicata</i>	Tøffelsnegl	Common slipper shell	1978	1990	1978	1992	2005	-
23	<i>Petricolaria pholadiformis</i>	Amerikansk boremusling	False angelwing	1978	1991	1978	1989	-	-
24	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Ungeføddende dyndsnegl	New Zealand mud snail	1978	1985	-	1990	1978	1978
25	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	-	-	1981	2016	-	1981	1981	2009
26	<i>Ensis leei</i>	Amerikansk knivmusling	Atlantic jackknife clam	1981	1981	1990	2004	2002	-
27	<i>Prorocentrum cordatum</i>	-	-	1981	1984	1983	1981	1981	1981
28	<i>Styela clava</i>	Østasiatisk søpung	Asian tunicate	1981	2017	1981	2004	-	-
29	<i>Akashiwo sanguinea</i>	-	-	1982	1982	1987	1983	1984	1984
30	<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	-	-	1982	1982	1983	1986	-	-
31	<i>Biddulphia sinensis</i>	-	-	1982	1982	1983	1989	1993	-
32	<i>Alexandrium tamarense</i>	-	-	1983	1988	1983	1988	1988	2004
33	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	-	-	1983	2014	1983	2006	2002	1998
34	<i>Porphyra umbilicalis</i>	Navlepurpurhinde	Purple laver	1983	2005	-	1983	1988	-
35	<i>Aphelochaeta marioni</i>	Nedgravet lysorm	-	1984	1984	2000	1991	1998	-
36	<i>Codium fragile</i>	Gaffelgrenet plysalge	Dead Man's Fingers	1986	2016	1988	1986	1988	1994
37	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Marmorkarpe	Bighead carp	1987	-	-	-	-	1987
38	<i>Peridiniella catenata</i>	-	-	1987	1996	1993	1987	1987	1987
39	<i>Colpomenia peregrina</i>	Østerstyv	Oyster thief	1988	-	1988	2007	1991	-
40	<i>Dictyota dichotoma</i>	Tvedelt bændelalge	Forkweed	1988	2018	1988	2005	-	-
41	<i>Protomonostroma undulatum</i>	Bølget forårssalat	-	1988	1988	-	-	-	-
42	<i>Sargassum muticum</i>	Butblæret Sargassotang	Japanese wireweed	1988	2015	1988	2007	2009	-
43	<i>Corymbellus aureus</i>	-	-	1989	1989	-	1992	-	-
44	<i>Dasya baillouviana</i>	Dusktang	-	1989	2014	2005	2001	1989	-
45	<i>Emiliania huxleyi</i>	-	-	1989	-	-	1989	-	-
46	<i>Fucus distichus subsp. evanescens</i>	Langfrugtet klørtang	Rockweed	1989	-	-	1989	1989	-
47	<i>Heterosigma akashiwo</i>	-	-	1989	1992	-	1989	2007	-
48	<i>Prorocentrum gracile</i>	-	-	1989	1990	2016	1989	2012	-
49	<i>Prorocentrum lima</i>	-	-	1989	1989	1989	1999	1991	1989
50	<i>Carassius auratus</i>	Guldfisk	Goldfish	1990	-	2013	2012	1990	1999
51	<i>Gammarus tigrinus</i>	-	Tiger scud	1990	-	-	1990	-	-
52	<i>Marenzelleria viridis</i>	Amerikansk svovlorm	-	1990	1990	1997	2007	2002	2000
53	<i>Biddulphia rhombus</i>	-	-	1991	2008	2009	1991	-	-
54	<i>Pseudochattonella</i>	-	-	1991	1991	2016	2001	2016	2017
55	<i>Alexandrium minutum</i>	-	-	1992	1998	-	-	1992	-
56	<i>Palaemon elegans</i>	Elegant tangreje	Rockpool shrimp	1992	-	2009	2003	2008	1992
57	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	Diamantstør	Russian sturgeon	1995	-	-	2010	2002	1995
58	<i>Wildemanina miniata</i>	-	Red nori	1995	-	-	1995	-	-
59	<i>Teredo navalis</i>	Pæleorm	Naval shipworm	1997	-	-	-	1997	-
60	<i>Lepidodinium chlorophorum</i>	-	-	1999	1999	2000	1999	1999	2008

Nr	Navn			Obs.	Region				
	Latin	Dansk	Engelsk		År	N/S	LF	KAT	BH
61	<i>Melanothamnus harveyi</i>	-	Harvey's siphon weed	2000	2017	2000	2017	2001	-
62	<i>Chaetoceros circinalis</i>	-	-	2001	2006	2006	2006	2001	2011
63	<i>Marenzelleria neglecta</i>	Rød mudderorm	Red gilled mud worm	2001	2001	-	-	2007	-
64	<i>Gymnomuraena zebra</i>	Zebra muræne	Zebra moray	2002	-	-	2002	-	-
65	<i>Jassa marmorata</i>	-	-	2003	2003	-	-	-	-
66	<i>Acipenser baerii</i>	Sibirisk stør	Siberian sturgeon	2005	-	-	-	2005	-
67	<i>Dasyatis japonica</i>	Japansk havlyng	Siphoned Japan Weed	2005	-	2005	2006	2009	-
68	<i>Peridinium quadridentatum</i>	-	-	2005	2007	2005	2007	2005	2007
69	<i>Agarophyton vermiculophyllum</i>	Brunlig gracilariatang	-	2007	2013	2013	2012	2007	-
70	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	Amerikansk ribbegople	Warty comb jelly	2007	2017	2009	2017	2007	2017
71	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Græskarpe	Grass carp	2008	-	-	-	2011	2008
72	<i>Micropogonias undulatus</i>	Atlantisk trommefisk	Atlantic croaker	2008	2008	-	-	-	-
73	<i>Neogobius melanostomus</i>	Sortmundet kutling	Round goby	2008	-	-	2016	2009	2008
74	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	-	-	2009	2013	2009	2009	2009	2011
75	<i>Acipenser stellatus</i>	Stjernestør	Starry sturgeon	2010	-	-	-	2010	-
76	<i>Huso huso</i>	Belugastør	Beluga sturgeon	2010	-	-	-	2010	-
77	<i>Chaetoceros concavicornis</i>	-	-	2011	-	-	2011	2018	-
78	<i>Fenestrulina malusii</i>	-	-	2011	2011	-	2017	-	-
79	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	Østamerikansk brakvandskrabbe	Whitetipped mud crab	2011	-	-	-	2017	2011
80	<i>Magallana gigas</i>	Stillehavsøsters	Pacific oyster	2012	2017	2012	2017	2017	-
81	<i>Piaractus brachypomus</i>	Sølvpacu	Pirapitinga	2013	-	-	2013	-	-
82	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	-	2014	-	-	-	2014	-
83	<i>Grateloupia subpectinata</i>	-	Devil's tongue weed	2015	-	2015	-	-	-
84	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	Penselsklippekrabbe	Asian brush crab	2015	2015	-	-	-	-
85	<i>Alexandrium margalefii</i>	-	-	2017	-	-	2017	2017	-
86	<i>Austrominius modestus</i>	Firepladet rur	-	2017	2017	-	-	-	-
87	<i>Caprella mutica</i>	Japansk skeletreje	Japanese skeleton shrimp	2017	2017	-	-	2017	-
88	<i>Diadumene lineata</i>	-	orangestripped anemone	2017	2017	-	-	2017	-
89	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	Stribet klippekrabbe	Asian shore crab	2017	-	-	-	2017	-
90	<i>Hypereteone heteropoda</i>	-	-	2017	2017	-	-	-	-
91	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Sølv laks	Coho salmon	2017	-	-	2017	2017	2018
92	<i>Polydora aggregata</i>	-	Manyknotted horny sponge	2017	-	-	-	2017	-
93	<i>Streblospio benedicti</i>	-	-	2017	2017	-	-	-	-

For de to sidste arter: nordamerikansk mudderkrabbe (*Rhithropanopeus harrisi*) og kinesisk uldhåndskrabbe (*Eriocheir sinensis*) blev der fundet svage eDNA-spor (under LOD) af eDNA fra nordamerikansk mudderkrabbe (*Rhithropanopeus harrisi*) sydvest for Sjælland i efteråret 2018. For den kinesiske uldhåndskrabbe (*E. sinensis*) blev svage spor af eDNA fundet langs vestkysten af Jylland i Nordsøen og i Limfjorden. De to arter af bløddyr (Mollusca) omfatter stillehavsøsters (*Magallana gigas*) og sandmusling (*Mya arenaria*). Vadehavet og den jyske vestkyst i Nordsøen havde i efteråret 2018 kraftige eDNA signaler fra stillehavsøsters. Foråret 2018 pegede også på Vadehavet som et område med eDNA for stillehavsøsters. Der var kraftige spor af eDNA (tre replikater over LOQ) fra sandmusling (*M. arenaria*) langs den jyske vestkyst og Nordsøen i foråret 2018, men også eDNA i de indre danske farvande i både Bælthavet og den sydlige del af Kattegat, men ingen forekomst omkring Bornholm.

Fisk

Seks arter af fisk, der kan forekomme i både saltvand og brakvand, blev forsøgt sporet med eDNA metoden. De seks arter er sortmundet kutling (*Neogobius melano-*

stomus), regnbueørred (*Oncorhynchus mykiss*), puk-kellaks (*Oncorhynchus gorboscha*), karpe (*Cyprinus carpio*), sølvkarusse (*Carassius carassius*) og stør (*Acipenser* spp.). Systemet for sortmundet kutling havde vanskeligt ved at give positivt signal for de positive kontroller, der blev analyseret sammen med vandprøverne. Fordi testsystemet for sortmundet kutling havde vanskeligheder ved at virke på en positiv kontrol blev de svage sporinger af eDNA fra sortmundet kutling ekskluderet fra denne rapport. Der blev ikke fundet eDNA fra stør (*Acipenser* spp.), og ikke for sølvkarusse (*Carassius auratus*) og heller intet eDNA fra pukkel-laks (*Oncorhynchus gorboscha*) i nogle af prøverne; hverken i 2017 eller i de to sæsoner i 2018. Disse tre arter er derfor udeladt. To eDNA-systemer for sporing af eDNA fra karpe og regnbueørred fandt lave eDNA-niveauer relativt tæt på kysten langs den sydlige del af øst- og vest-Jylland. Sporingssystemet for eDNA fra stør er desværre ikke i stand til at skelne mellem de tre ikke-hjemmehørende arter af stør (dvs. det kan ikke skelne imellem *Acipenser gueldenstaedtii*, *Acipenser baerii* og *Acipenser ruthenus*), fordi de tre arter hybridiserer og udveksler mitokondrielt DNA indbyrdes. Alle disse tre arter af stør er dog at betragte som ikke-hjemmehørende.

3.4 Diskussion

De data, som analyserne er baseret på, stammer som nævnt fra en række af aktiviteter og kilder, herunder NOVANA-programmet (fra 2004), forløberne for NOVANA-programmet (bl.a. NOVA 1998-2003 og Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1988-1992 og 1993-1997) og specifikke projekter og aktiviteter rettet mod registrering af enten NIS-arter eller fisk (bl.a. MONIS- og NISAR-projekterne og Fiskeatlas). Samlet set indgår der 27.703 unikke observationer fra perioden 1990-2019 samt 6.698 observationer fra 1879-1989. Datakvaliteten har generelt været god, men i forbindelse med kvalitetssikringen af NOVANA-data er der fundet en række fejlindberetninger og tastefejl.

Anskues nyregistreringerne af NIS-arter samlet (og ikke for hver enkelt organismegruppe), tegner der sig et interessant mønster jf. **Figur 3.7B**. I 1989 var der registreret 49 arter og over perioden 1990-2019 vokset til 93 NIS-arter. Tilvæksten er relativt jævn jf. **Figur 3.7A** (i gennemsnit 1,5 ny arter per år), dog med et lille hop i 2017 (10 nye arter), som bl.a. skyldes aktiviteten med NIS-kortlægning i 16 danske havne.

Tilsvarende tegner der sig også et interessant mønster i registreringerne af NIS-arter fordel på underregioner (**Figur 3.8** og **Tabel 3.1**). I de danske dele af den vestlige Østersø er der registreret 42 NIS-arter. I underregionerne Bælthavet, Kattegat, Nordsøen/Skagerrak og Limfjorden er der registreret henholdsvis 70, 47, 62 og 66 arter. Den nok væsentligste grund til, at der i den vestlige Østersø er registreret færrest NIS-arter, er den lave saltholdighed. Forskellene med de øvrige regioner er relativt små og kan bl.a. skyldes mindre forskelle i strategien for eller intensiteten i prøvetagningen.

Forkomst af en specifik NIS-art er alt andet lige en funktion af dens introduktion (fx via ballastvand eller udsætning), og om der er en tilgængelig niche til den pågældende art, herunder om miljøforholdene muliggør etablering og, på længere sigt, overlevelse. Sammenhænge mellem forekomst af NIS-arter og miljøforhold er tidligere undersøgt og korrelationerne var svage og oftest ikke-signifikante (Stæhr *et al.* 2020).

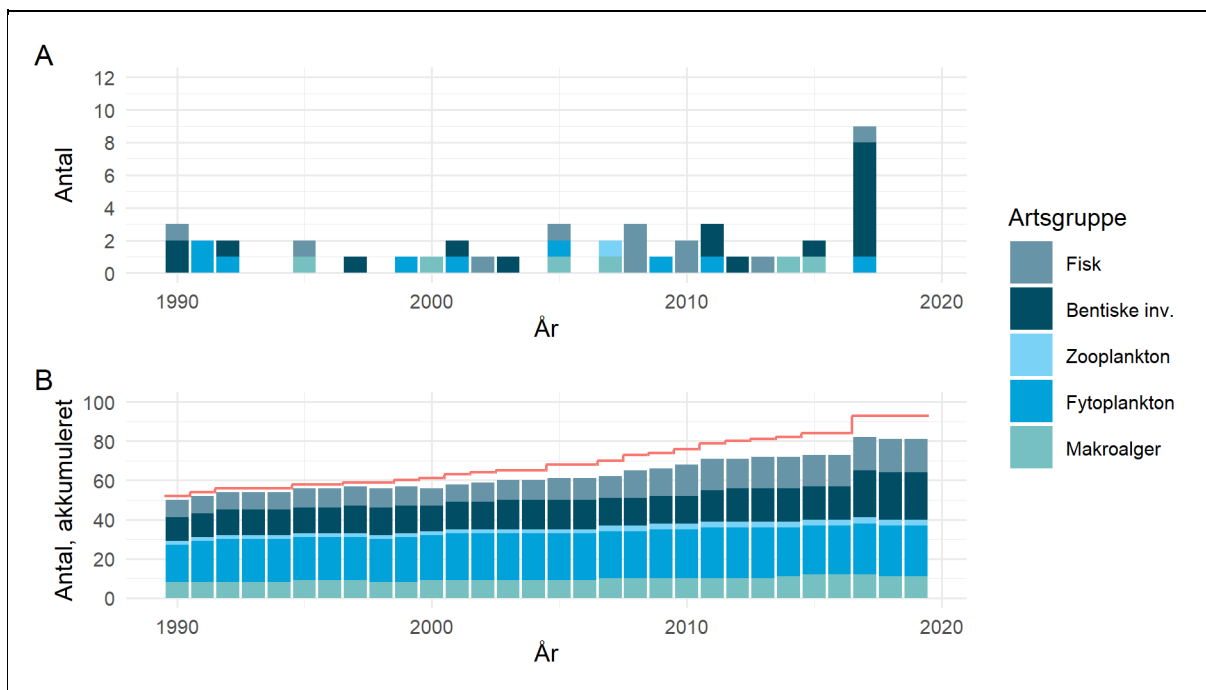
Der er derfor gennemført foreløbige analyser af eventuelle sammenhænge mellem forekomst af NIS-arter og andre presfaktorer, her intensiteten af skibstrafik og størrelsen af nærliggende havne. Resultaterne af disse supplerende analyser er komplicerede at konkludere på. Bedre datasæt for presfaktorerne

vurderes nødvendige, før der kan udledes sammenhænge mellem presfaktorer og forekomst af ikke-hjemmehørende arter.

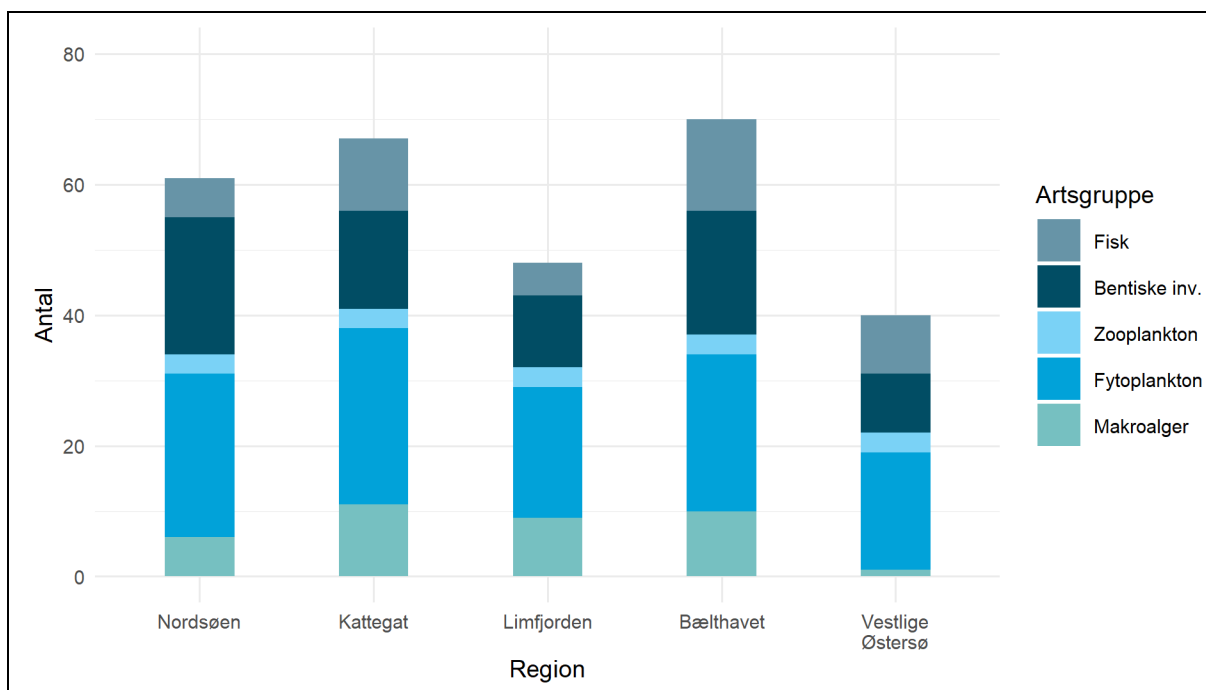
Ved fortolkning af eDNA-niveauerne er det vigtigt at understrege at overvågningsprogrammet kun har sikret mulighed for at udtage en enkelt vandprøve med tre tekniske gentagelser (= 3 filtre) på hver undersøgt lokalitet. Denne vandprøve blev udtaget fra midten af vandsøjlen. En enkelt vandprøve vil ikke nødvendigvis give et repræsentativt billede af organismernes forekomst i hele vandsøjlen. Hvis artens foretrukne habitat findes i andre dele af vandsøjlen (fx bentisk eller længere oppe i pelagiet), så kan eDNA-prøven kun forventes at være positiv, hvis der er en tilstrækkelig opblanding i vandsøjlen. At der i nogle situationer ses en opdeling af eDNA i vandsøjlen er tidligere påvist (Jeunen *et al.* 2020). Dette forhold kan påvirke muligheden for at spore eDNA med den anvendte indsamlingsmetode (Hansen *et al.* 2020).

For de heterokonte flagellater *Pseudochattonella verruculosa* og *P. farcimen* kan de relativt høje eDNA-niveauer målt i den nordlige del af Kattegat og Skagerrak i 2018 og i det centrale område af Bælthavet i efteråret 2017 ikke direkte oversættes til biomasse. Det kan dog antages at de største forekomster af de heterokonte flagellater er at finde i disse områder. Med en fortsat overvågning af disse heterokonte flagellater med eDNA vil det være interessant at undersøge, om det samme udbredelsesmønster genfindes fremadrettet.

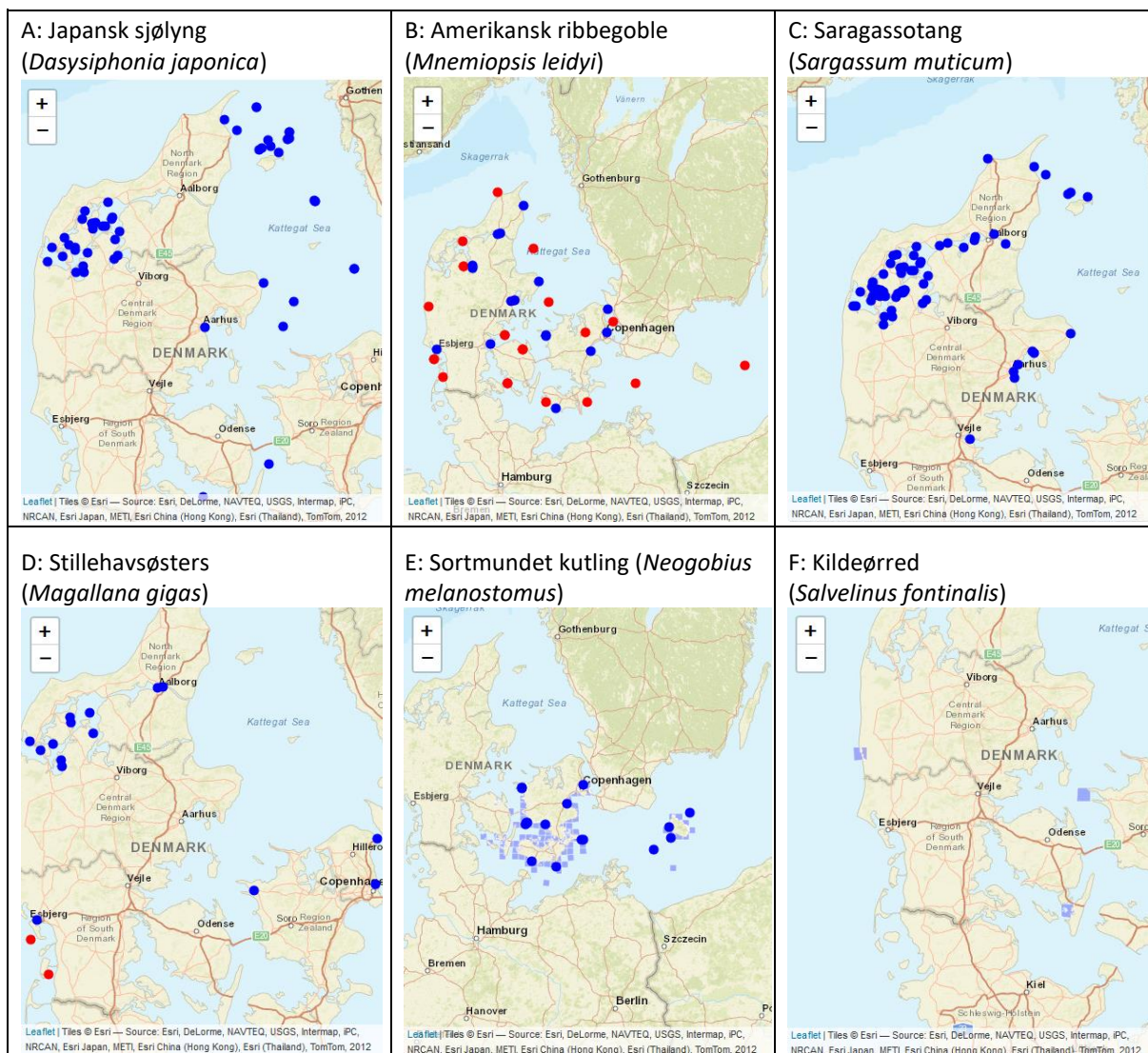
Der er observeret en sæsonvariation i eDNA-niveauer for flere af de eftersøgte arter. Således ses for både dinoflagellaterne (*K. mikomotoi* og *P. minimum*) og den amerikanske ribbegoble (*M. leydeii*), ingen eDNA i foråret efterfulgt af høje eDNA-niveauer i efteråret (**Figur 3.9B**). For den amerikanske ribbegoble (*M. leydeii*) er denne forøgelse og efterfølgende fald i eDNA en konsekvens af ribbegoblens opblomstring overalt i de indre danske farvande henover sommeren. Derefter forsvinder arten igen i vinterperioden. Denne sæsonvariation er tidligere rapporteret for de indre danske farvande (Risgård 2017, Jasper *et al.* 2017, Risgård *et al.* 2017). For dinoflagellaterne (*P. minimum* og *K. mikomotoi*) og de heterokonte flagellater (*Pseudochattonella verruculosa* og *P. farcimen*) kan de høje eDNA-niveauer i den nordlige del af Kattegat og Skagerrak i efteråret formentlig forklares med kombinationen af en fordelagtigt salinitet og havtemperatur, der i sensommeren giver mulighed for en opblomstring af disse arter i de indre farvande.



Figur 3.7: Antal ikke-hjemmehørende arter (1990-2019) i danske farvande vist som nye arter per år (A) og det akkumulerede antal arter (B). Det antages at en art som ikke er registreret i 10 år er 'forsvundet'. Den røde linje indikerer det akkumulerede antal uden denne antagelse.



Figur 3.8: Regional fordeling af ikke-hjemmehørende arter.



Figur 3.9: Udbredelse af seks udvalgte ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande. Blå cirkler: Konventionel prøvetagning. Røde cirkler: Vandprøver analyseret for eDNA med positive springer over LOQ. Oplysninger om de øvrige NIS-arter findes på https://niva-dk.shinyapps.io/NISAR_app/.

De få eDNA-signaler der er observeret for nordamerikansk mudderkrabbe (*R. harrisii*) og kinesisk uldhandskrabbe (*E. sinensis*) var alle er lave (under LOD).

De observerede svage spor af eDNA fra kinesisk uldhandskrabbe (*E. sinensis*) var fra Limfjorden og langs den jyske vestkyst. Dette stemmer med tidligere registreringer udført med konventionel overvågning. Det samme er tilfældet for nordamerikansk mudderkrabbe (*R. harrisii*), hvor eDNA-observationerne sydøst for Sjælland passer med de tidligere konventionelle registreringer nær Enø (Tendall & Jensen 2017).

For stillehavsøsters (*M. gigas*) stemmer et højt eDNA-niveau registreret i Vadehavet i efteråret 2018 overens med, at de største forekomster af stillehavsøsters er

registreret i Vadehavet. Stillehavsøsters har højst sandsynligt bredt sig ind i de danske farvande fra de første forekomster langs den nordvesteuropæiske kyst. Stillehavsøsters er kendt fra både det centrale og sydlige Kattegat og fra den vestlige Østersø langs den nordøstsjællandske kyst. En fremtidig eDNA-overvågning af stillehavsøsters vil ganske givet vise, at arten er mere almindelig i de indre danske farvande. Sandmusling (*M. arenaria*) er generelt udbredt i de indre danske farvande. De høje eDNA-niveauer fundet i Nordsøen langs den jyske vestkyst i foråret 2018 og efteråret 2018 er forventelige for en ikke-hjemmehørende art, der har etableret sig i de danske farvande.

For de to arter af fisk der blev eftersøgt med eDNA, er der fundet svage spor af eDNA fra karpe (*C. carpio*)

nær Odense Fjord og Roskilde Fjord. Dette passer udemærket med, at eDNA fra karpe kan være bragt med ud via ferskvandsudstrømning. For regnbueørred (*O. mykiss*) hænger de kystnære sporinger af eDNA nær Esbjerg i efteråret 2017 muligvis sammen med fisk, der opholder sig i vandløb med udløb til Lillebælt. Sporingerne i Lillebælt i foråret 2018 skyldes sandsynligvis fisk fra havbrug.

Systemet der skal kunne spore eDNA fra sortmundet kutling (*N. Melanostomus*) gav for lav forskel i relativ fluorescens ved qPCR-sporing. Derfor bliver analyse-resultaterne fra dette DNA-detektionssystem ikke inkluderet i denne rapport. I 2019-2020 har NIVA Danmark i samarbejde med Statens Naturhistoriske Museum (SNM) udført indledende afprøvninger af et alternativt eDNA-sporingsystem rettet mod sortmundet kutling. Håbet er at dette sporingssystem kan tages i brug ved analyse af fremtidige vandprøver indsamlet i 2019 og 2020.

Ferske vande kan føre eDNA fra ferskvandsfisk ud til de kystnære havområder. Lav salinitet i de østlige dele af de indre danske farvande betyder, at fisk som sølvkarusse og karpe kan forekomme. På trods af dette blev der ikke registreret eDNA fra sølvkarusse og karpe som alle forekommer i ferskvand og havområder med lav salinitet. Sølvkarussen forekommer mange steder i ferskvand, men kommer sjældent helt ud til kysten. Derfor var det forventeligt, at der ikke kunne spores eDNA fra disse tre fiskearter. En intensiveret indsats med jævnlig indsamling af vandprøver i brakvandsområder kan bidrage til at afgøre, hvor disse arter forekommer i danske farvande.

Ikke-hjemmehørende arter kan udgøre en presfaktor og i visse tilfælde hindre opfyldelse af miljømål for de danske farvande. Med vedtagelsen af Havstrategidirektivet i 2008 blev der sat specifik fokus på forekomsten af ikke-hjemmehørende arter, dels i forhold til miljøtilstanden (ikke-hjemmehørende arter er én ud af direktivets i alt 11 deskriptorer for beskrivelse af tilstanden), dels i for ikke-hjemmehørende arter som en presfaktor. Der er tidligere gennemført presfaktoranalyser, herunder opgørelser af de potentielt kumulative effekter af multiple presfaktorer i de danske farvande. Nøglereferencer i den forbindelse er (1) 'Danmarks Havstrategi – basisanalyse' (Miljø- og Fødevareministeriet 2019), og (2) ØKOMAR-projektet (Andersen *et al.* 2020). Sidstnævnte rangerer forskellige grupper af presfaktorer og ikke-hjemmehørende arter vurderes at udgøre en væsentlig om end ikke-dominerende presfaktor. Ikke-hjemmehørende arter er rangeret som nummer 8 ud af 13 presfaktorer,

efter dominerede presfaktorer som bl.a. næringsstoffer, fiskeri, miljøfarlige stoffer m.m., men foran bl.a. transport og sejlads, fysisk forstyrrelse (ekslusiv bundtrawling) og infrastruktur. En analyse for de tre Havstrategidirektiv-farvandsområder (Nordsøen/Skagerrak, Kattegat, danske dele af Østersøen) ændrer ikke på dette billede. Analyser for hhv. åbne farvande og kystvande viser for sidstnævnte, at ikke-hjemmehørende arter er i top fire, når der fokuseres på biologiske kvalitetselementer under Vandrammedirektivet (WFD) (plankton, bundvegetation og bunddyr) og de økosystemkomponenter der indirekte er koblet til disse kvalitetselementer.

Der foreligger nu relativt gode datasæt for udbredelse af udvalgte NIS-arter. På den baggrund er det relevant at udarbejde kort over disse arters udbredelse. Eksempler for seks arter er vist i **Figur 3.9**. Håbet er at den fremtidige overvågning vil kunne supplere den konventionelle overvågning med niveauer af eDNA for forskellige udvalgte ikke-hjemmehørende arter. Med en supplerende eDNA-metode vokser det antal indsamlingsbegivenheder der er mulige at gennemføre over et år let til det dobbelte, som det bl.a. er gjort i denne rapport med en indsamling i både foråret og en i efteråret.

En forøget indsamlingsfrekvens vil gøre det lettere at vurdere, om der er forekomster af ikke-hjemmehørende arter. Det skyldes at resultaterne kan påvirkes af arternes årstidsbestemte livscyklus. Således kan arterne overses, når der kun foretages en enkelt eftersøgning af artens forekomst over et år. Hvis en vurdering foretages uden for den periode på året hvor den eftersøgte arts bestand er størst, kan det let føre til, at arten overses. Denne risiko gælder både de konventionelle metoder og DNA-metoderne.

Bruges eDNA-metoden flere gange over et år kan der lettere tages forbehold for udsving i artens livscyklus, udbredelse og forekomst. Dette viser sig med tydelighed for den amerikanske ribbegoble og dino-flagellaterne, som med eDNA-metoden blev påvist som enten fraværende eller relativt lave eDNA-niveauer i forårsperioden for 2018- Samme arter viste sig til gengæld udbredt i efteråret 2017 og 2019. Udsving i eDNA-niveauer over året er som tidligere påvist (Sigsgaard *et al.* 2017) meget almindeligt for marine organismer. Der er endda også studier som har vist daglige forandringer i eDNA-niveauer grundet migration i vandsøjlen (Hansen *et al.* 2020).

Analyse af eDNA i NOVANA-vandprøver fra 2017 og 2018 har vist, at den nye metode sikrer et bedre billede af forekomsten af ikke-hjemmehørende arter i

de danske farvande. Metoden tager tillige bedre højde for, at der kan være variation af arternes forekomst henover året.

Den aktuelle prøveindsamling fra midten af vandsøjlen betyder imidlertid, at der er risiko for at organismer der primært er tilknyttet bunden eller overfladen ikke vil blive sporet med eDNA systemerne, med mindre vandsøjen er fuldt opblandet. Et eDNA-signal fra en eftersøgt organisme kan derfor udeblive, selvom arten er tilstede, på grund af lagdeling af vandsøjlen (Jeunen *et al.* 2020).

3.5 Konklusioner

Datagrundlaget for de gennemførte analyser omfatter de væsentligste danske datasamlinger og projektresultater. Data fra NOVANA-programmet er den primære datakilde, og kvaliteten er generelt høj. Data fra Fiskeatlas samt fra kortlægningen af 16 danske

havne i 2017 er et væsentlig supplement. Tilsammen sikrer det at analyserne er baseret på alle relevante organismegrupper og har en acceptabel dækning i tid og rum.

Der er registreret i alt 93 arter af ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande. Dette tal er alt andet lige en konsekvens af de anvendte datasamlinger og repræsenterer en tilvækst på 30 arter sammenholdt Stæhr *et al.* (2016, 2020) – detaljer fremgår af bilag 3.

Der er et behov for at forbedre den nuværende overvågning og kortlægning af forekomster af ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande, bl.a. ved at fokusere på kendte hot spots (som fx havne, Limfjorden og Vadehavet). Yderligere er der behov for at udvikle eDNA-baserede testsystemer for visse potentielle problemarter. Specielt de arter som kan påvirke de biologiske strukturer og funktioner i en uønsket og dermed negativ retning.

4 Sammenfatning og perspektiver

Denne rapport fra NISAR-projektet, finansieret af Miljøstyrelsen i 2019-2020, sammenfatter omfattende analyser af data i forhold til to formål: (1) en opdatering af den nationale liste over ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande, også kaldet NIS-listen og (2) en analyse af de foreliggende data og informationer om forekomst af ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande.

I forhold til opdateringen af den nationale NIS-liste (kapitel 2) kan det konstateres, at datagrundlaget er væsentligt forbedret siden den første liste blev udarbejdet. De væsentligste forbedringer er: (1) data fra Statens Naturhistoriske Museums Fiskeatlas er nu med, (2) data fra NOVANA-overvågningen omfatter nu flere år (til og med 2018), (3) data fra 2017 om forekomsten af ikke-hjemmehørende arter i 16 danske havne, og (4) data for 2017 og 2018 baseret på eDNA-analyser på mere end 30 stationer i NOVANA-programmet. De vigtigste delkonklusioner i forhold til den opdaterede NIS-liste er:

- Det forbedrede datagrundlag plus det forhold at NOVANA-data fra flere år nu indgår har medført, at der nu i forbindelse med NISAR-projektet er registreret 93 NIS-arter i de danske farvande.
- Kombineres den opdaterede NIS-liste med informationer omkring nogle af de datalag, som ikke har været en del af NISAR-projekt, er antallet NIS-arter registreret i Danmark i alt 113.

I forhold til den landsdækkende analyse af NIS-data (kapitel 3), baseret på den opdaterede NIS-liste og datagrundlaget for denne, foreligger der nu et opdateret billede af forekomsten af ikke-hjemmehørende arter, herunder fisk, i de danske farvande. De vigtigste delkonklusioner i forhold til de gennemførte analyser af data er:

- Der er en relative jævn tilvækst i antallet af nyregistrerede NIS-arter.
- Kortlægninger i hot spot-områder (fase 4 i MONIS-projektet) og registreringer af fisk (Fiskeatlas) er et væsentligt supplement til NOVANA-overvågningen.

Både den opdaterede NIS-liste (kapitel 2) og den efterfølgende analyse af forekomster af ikke-hjemmehørende arter i de danske farvande (kapitel 3) er væsentlige bidrag til den danske indsats i forhold til EU's Havstrategidirektiv. Her tænkes først og fremmest på kommende udarbejdelse af såkaldte 'basis-analyser', men også på indberetninger til EU-Kommissionen og WISE Marine.

Denne rapport fra NISAR-projektet udgør et 'proof-of-concept' i forhold til MONIS-projektet og de strategier og DNA-baserede testsystemer, der er udviklet siden 2014. Dette er i sig selv betryggende, men den eDNA-baserede overvågning kan endnu ikke overgå til en egentlig driftfase. Det skyldes bl.a. en række udviklingsopgaver, som Miljøstyrelsen allerede søger løst via et for nyligt igangsat MONIS 6-projekt.

Der er i forbindelse med NISAR-projektet identificeret en række fejl og mangler i de data der er trukket ud af ODA-databasen. Miljøstyrelsen er orienteret herom og opfordres til systematisk at forbedre datakvaliteten, herunder rette de fejl som er identificeret.

Den nuværende NOVANA-overvågning har karakter af en minimums-overvågning og der er derfor behov for forbedringer, for at sikre et landsdækkede billede af forekomster af NIS-arter i de danske farvande. Dette kan dels ske ved en udbygning af NOVANA-programmet, først og fremmest i de åbne farvande, og dels ved en fokusering på kendte hot spots (som fx havne, Limfjorden og Vadehavet). Dette forudsætter dog en yderligere udvikling af eDNA-baserede overvågningsmetoder.

5 Referencer

- Abbott, C., M. Coulson, N. Gagné, A. Lacoursière-Roussel, G.J. Parent, R. Bajno, C. Dietrich & S. May-McNally (2021): Guidance on the Use of Targeted Environmental DNA (eDNA) Analysis for the Management of Aquatic Invasive Species and Species at Risk. Research Document 2021/019, Fisheries and Oceans Canada, https://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/ResDocs-DocRech/2021/2021_019-eng.html
- Agersnap, S., Larsen, W.B., Knudsen, S.W., Strand, D., Thomsen, P.F., Hesselsøe, M., et al. (2017): Monitoring of noble, signal and narrow-clawed crayfish using environmental DNA from freshwater samples. PLoS ONE 12(6): e0179261.
- Andersen, J.H., S.A. Pedersen, J. Thaulow, F. Stuer-Lauridsen & S. Cochrane (2014): Monitoring of non-indigenous species in Danish marine waters. Background and proposals for a monitoring strategy and a monitoring network. Danish Nature Agency. 55 pp.
- Andersen, J.H., E. Kallenbach, M. Hesselsøe, S.W. Knudsen, P.R. Møller, D. Bekkevold, B.K. Hansen & J. Thaulow (2016): Steps toward nation-wide monitoring of non-indigenous species in Danish marine waters under the Marine Strategy Framework Directive. NIVA Denmark Report. 123 pp.
- Andersen, J.H., M. Brink, E. Kallenbach, M. Hesselsøe, S.W. Knudsen, J.G. Støttrup, P.R. Møller, W. Eikrem, C. Fagerli & E. Oug (2017a): Sampling protocol for monitoring of non-indigenous species in selected Danish harbours. NIVA Denmark Report, 59 pp.
- Andersen, J.H., T. Harvey, E. Kallenbach, C. Murray, Dag. Hjermann, T. Kristiansen, K. Sørensen, J. Carstensen, A. Erichsen & L.B. Hansen (2017b): Statistical analyses of chlorophyll-a data sampled from the FerryBox on the Oslo-Kiel ferry and the NOVANA programme. NIVA Denmark Report, 30 pp.
- Andersen, J.H., E. Kallenbach, J. Thaulow, M. Hesselsøe, S.W. Knudsen, D. Bekkevold, B.K. Hansen, L.M.W. Jacobsen, P.R. Møller & C.Aa. Olesen (2018): Development of species-specific eDNA-based test systems for monitoring of non-indigenous species in Danish marine waters. NIVA Denmark Report. 77 pp.
- Andersen, J.H., J. Bendtsen, K.J. Hammer, E.T. Harvey, S.W. Knudsen, C. Murray, J. Carstensen, I.K. Petersen, J. Tougaard, S. Sveegaard, K. Edelvang, J. Egekvist, J. Olsen, M. Vinther, Z. Al-Hamdani, J.B. Jensen, J.O. Leth, B.C. Kaae, A.S. Olafsson, W. McClintock, C. Burt & D. Yocum (2020): ECOMAR: A data-driven framework for ecosystem-based Maritime Spatial Planning in Danish marine waters. Results and conclusions from a development and demonstration project. NIVA Denmark report, 82 pp.
- Andersen, J.H., E. Kallenbach, M.B. Kjeldgaard, S.W. Knudsen, T. Dale, W. Eikrem, C. Fagerli, G. Green, A. Hobæk, E. Oug, J. Thaulow, M. Hesselsøe, D. Bekkevold, L.M.W. Jacobsen, J. Kuhn, P.R. Møller, C.Aa. Olesen, H. Carl & F. Stuer-Lauridsen (in print): A baseline study of the occurrence of non-indigenous species in Danish harbours. NIVA Denmark Report. 123 pp.
- Boxhall, B.A. & D. Defaye (2008): Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. Hydrobiologia, 595(1): 195–207.
- Bruhn, A., S. Høgslund, K. Dahl, D. Krause-jensen, S. Lundsteen, M.B. Rasmussen & A. Windelin (2013) Ålegræs og anden vegetation på kystnær blød bund. Teknisk anvisning M18, 28 pp.
- Brys, R., D. Halfmaerten, S. Neyrinck, Q. Mauvisseau, J. Auwerx, M. Sweet & J. Mergeay (2020): Reliable eDNA detection and quantification of the European weather loach (*Misgurnus fossilis*). J. Fish. Biol.: 1-16. <https://doi.org/10.1111/jfb.14315>
- Carl, H. & P.R. Møller (2012): Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet, 700 pp.
- Dahl, K. & S. Lundsteen (2018): Makroalger og hårbundsfauna på sten- og boblerev. Teknisk anvisning M14, 27 pp.
- Flanders Marine Institute (2018a): IHO Sea Areas, version 3. Available online at <http://www.marineregions.org/>.
- Flanders Marine Institute (2018b): The intersect of the Exclusive Economic Zones and IHO sea areas, version 3. Available online at <http://www.marineregions.org/>. <https://doi.org/10.14284/324>
- Fossing, H., J.W. Hansen, H. Jakobsen, S. Markager & E.F. Møller (2017): Indsamling af vand- og planktonprøver i felten. Teknisk anvisning M01, 17 pp.
- Hansen, J.L.S. & A. Josefson (2014): Blødbundsfauna. Teknisk anvisning M19, 13 pp.
- Hansen, B. K., Jacobsen, M. W., Middelboe, A. L., Preston, C. M., Marin, R., Bekkevold, D., Knudsen, S. W., Møller, P. R., & E.E. Nielsen (2020): Remote, autonomous real-time monitoring of environmental DNA from commercial fish. Scientific Reports 10(1): 13272. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70206-8>
- HELCOM (2018): HELCOM (2018): State of the Baltic Sea – Second HELCOM holistic assessment 2011-2016. Baltic Sea Environment Proceedings 155, 155 pp.

- HELCOM & OSPAR (2020): Link: http://jointbwmexemptions.org/ballast_water_RA/apex/?p=104:4 (set den 30. juni 2020)
- Høgslund, S., K. Dahl, D. Krause-Jensen, S. Lundsteen, M.B. Rasmussen & A. Windelin (2013): Makroalger på kystnær hårdbund. Teknisk anvisning M12, 27 pp.
- Jasper, C., B. Huwer, E. Antajan, A. Hosiá, H.-H. Hinrichsen, A. Biastoch, D. Angel, R. Asmus, C. Augustin, S. Bagheri, S.E. Beggs, T.J.S. Balsby, M. Boersma, D. Bonnet, J.T. Christensen, A. Dänhardt, F. Delpy, T. Falken- haug, G. Finenko, N.E.C. Fleming, V. Fuentes, B. Galil, A. Gittenberger, D.C. Griffin, H. Haslob, J. Javidpour, L. Kamburska, S. Kube, V.T. Langenberg, M. Lehtiniemi, F. Lombard, A. Malzahn, M. Marambio, V. Mihneva, L.F. Møller, U. Niermann, M.I. Okyar, Z.B. Özdemir, S. Pitois, T.B.H. Reusch, J. Robbins, K. Stefanova, D. Thibault, H.W. van der Veer, L. Vansteenbrugge, L. van Walraven & A. Woźniczka (2017): Ocean current connectivity propelling the secondary spread of a marine invasive comb jelly across western Eurasia. *Global Ecology and Biogeography* 27(7): 814-827.
- Jakobsen, H.H. & H. Fossing (2015a): Fytoplankton. Teknisk anvisning M09, 34 pp.
- Jakobsen, H.H. & H. Fossing (2015b): Mikrozooplankton. Teknisk anvisning M10, 18 pp.
- Jakobsen, H.H. & E.F. Møller (2016): Mesozoplankton. Teknisk anvisning M11, 14 pp.
- Jeunen, G.-J., M.D. Lamare, M. Knapp, H.G. Spencer, H.R. Taylor, M. Stat, M. Bunce & N.J. Gemmill (2020): Water stratification in the marine biome restricts vertical environmental DNA (eDNA) signal dispersal. *Environmental DNA* 2: 9-111.
- Klymus, K.E., Merkes, C.M., Allison, M.J., Goldberg, C.S., Helbing, C.C., Hunter, M.E., Jackson, C.A., Lance, R.F., Mangan, A.M., Monroe, E.M., Piaggio, A.J., Stokdyk, J.P., Wilson, C.C., Richter, C.A. (2020): Reporting the limits of detection and quantification for environmental DNA assays. *Environmental DNA*, 2, 271–282. Knudsen, S.W., S. Agersnap, P.R. Møller & J.H. Andersen (2019a): Development of species-specific eDNA-based test systems for monitoring of freshwater crayfish. NIVA Denmark report. 49 pp.
- Knudsen, S.W., Ebert, R.B., Mortensen, P.B., Kuntke, F., Hesselsøe, M., Hassingboe, J., Thomsen, P.F., Sigsgaard, E.E., Egg, E., Møller, P.R. (2019b): Species-specific detection of six commercially important marine fishes in the Baltic Sea using environmental DNA. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 510, 31-45. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2018.09.004>
- Knudsen, S.W. (2019): Overførsel af NOVANA eDNA data fra 2017 og 2018. xlsx-fil til Miljøstyrelsen udarbejdet af NIVA Danmark.
- Knudsen, S.W., M. Hesselsøe, P.R. Møller & J.H. Andersen (2020a): Tekniske anvisninger for eDNA-baseret overvågning af ikke-hjemmehørende marine arter. NIVA Danmark rapport. 32 pp.
- Knudsen, S.W., P.R. Møller & J.H. Andersen (2020b): Development of species-specific eDNA-based test systems for monitoring of non-indigenous marine Decapoda in Danish marine waters. NIVA Denmark report, 45 pp.
- Lundsteen, S. & K. Dahl (2016): Fauna på kystnær hårdbund. Teknisk anvisning M17, 19 pp.
- Miljø- og Fødevarerministeriet (2019): Danmarks Havstrategi II. Første del. God miljøtilstand. Basisanalyse. Miljømål. ISBN: 978-87-93593-73-2. 309 pp.
- Miljøstyrelsen (2016): NIS-liste. Link: <https://mst.dk/natur-vand/natur/national-naturbeskyttelse/invasive-arter/hvad-goer-myndighederne/> (set den 30. juni 2020).
- Miljøstyrelsen (2017): Handlingsplan mod invasive arter. 74 sider. Link: https://mst.dk/media/143350/handlingsplan_invasive-arter_juni17.pdf (set den 3. december 2020).
- Reker, J., E.R. Gelabert, K. Abhold, S. Korpinen, C. Murray, M. Peterlin, D. Vaughan & J.H. Andersen (2020): Marine Messages II. EEA Report, 46 pp.
- Riisgård, H.U. (2017): Invasion of Danish and adjacent waters by the comb jelly *Mnemiopsis leidyi* — 10 years after. *Open Journal of Marine Science* 7: 458-471.
- Risgård, H.U., O.S. Tendal & K.R. Jensen (2017): Dræbergoblen i danske farvande 10 år efter. *Kaskelot nummer* 215: 24-28.
- Stæhr, P.A., H.H. Jakobsen, J.L.S. Hansen, P. Andersen, M. Storr-Paulsen, J. Christensen, S. Lundsteen, C. Göke & M.-C. Carausu (2016): Trends in records and contribution of non-indigenous species (NIS) to biotic communities in Danish marine waters. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 179, 45 pp.
- Stæhr, P.A., H.H. Jakobsen, J.L.S. Hansen, P. Andersen, J. Christensen, C. Göke, M.S. Thomasen & P.D. Stebbing (2020): Trends in records and contribution of non-indigenous and cryptogenic species to marine communities in Danish waters: potential indicators of assessing impact. *Aquatic Invasions* 15(2): 217-244.
- Tendal, O.S. & K.R. Jensen (2017): Invasive krabber. *Kaskelot nummer* 215, 29-31.
- Thalinger, B, Deiner, K, Harper, LR, et al. A validation scale to determine the readiness of environmental DNA assays for routine species monitoring. *Environmental DNA*. 2021; 3: 823– 836. <https://doi.org/10.1002/edn3.189>

Bilag

Denne rapport indeholder følgende bilag:

- Bilag 1: Oversigt over NIS-arter
- Bilag 2: Indsamlinger i regi af NOVANA-programmet
- Bilag 3: Den opdaterede NIS-liste suppleret med tidligere registrerede NIS-arter
- Bilag 4: Oversigt over eDNA-niveauer i NOVANA-prøver fra 2017 og 2018
- Bilag 5: Kortlægning af eDNA-kategorier i 2017 og 2018
- Bilag 6: Liste over Miljøstyrelsens prøver indsamlet i danske farvande i perioden efteråret 2017 og frem til efteråret 2018
- Bilag 7: Liste over lokaliteter hvorfra Miljøstyrelsens prøver blev indsamlet i 2017 og 2018

Bilag 1 er, som navnet angiver, en samlet oversigt over de fundne arter suppleret med informationer om artsnavnets oprindelse, rige (Kingdom), række (Phylum) og AphiaID (unik ID for artsnavn (ikke art) i woRMS databasen – yderligere infomationer kan læses her: <http://marinespecies.org/about.php>).

Bilag 2 indeholder opsummeringer over antallet af besøg i NOVANA-programmet på stationer for kategorierne bundfauna, stenrev, vandkemi og vegetation.

Bilag 3 er en kombination af den opdaterede NIS-liste og informationer fra den tidligere gennemførte NIS-rapportering af DCE. Denne tabel viser, ud over overlappet mellem NISAR-resultaterne og de tidligere registrering, også hvilket arter DCE tidligere har registeret og som ikke er genfundet i regi af NISAR-projektet.

Bilag 4 indeholder en række supplerende figurer, der viser niveauerne af eDNA sporet i filtrerede vandprøver fra NOVANA-programmet indsamlet i efteråret 2017 og i foråret og efteråret 2018.

Bilag 5 viser en kortlægning af eDNA-kategorier registreret i de filtrerede NOVANA-vandprøver indsamlet i 2017 og 2018 for 11 af de eftersøgte ikke-hjemmehørende arter.

Bilag 6 en en liste over hvor Miljøstyrelsens prøver er indsamlet i danske farvande i perioden efteråret 2017 og frem til efteråret 2018.

Bilag 7 er en liste over prøvetagningsstationer hvorfra hvorfra Miljøstyrelsens prøver blev indsamlet i 2017 og 2018.

Bilag 1: Oversigt over NIS-arter

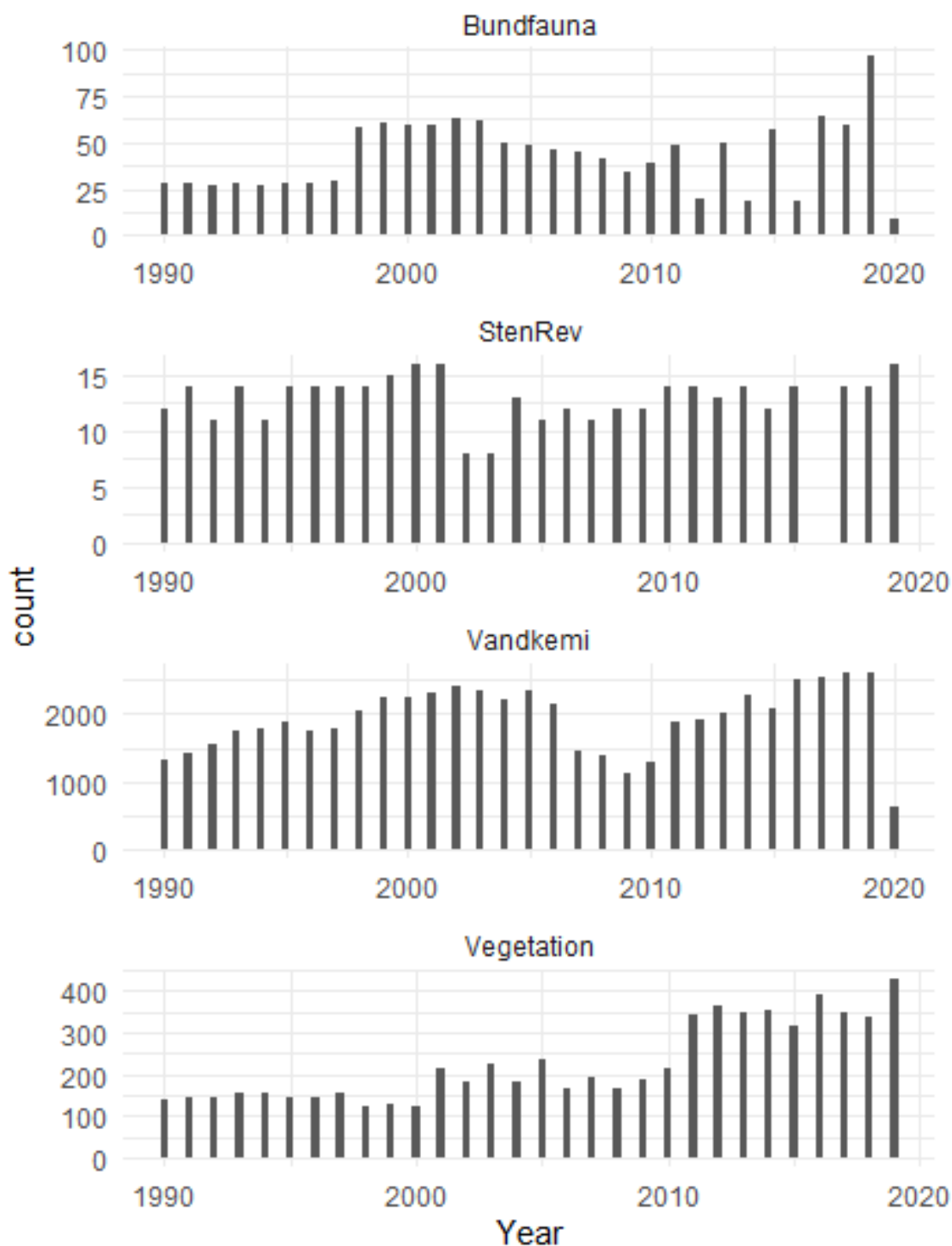
Name	Rank	Authority	Kingdom	Phylum	URL	AphiaID
<i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>	Species	Dana, 1849	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=345943	345943
<i>Acipenser baerii</i>	Species	Brandt, 1869	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=233942	233942
<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	Species	Brandt & Ratzeburg, 1833	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126275	126275
<i>Acipenser stellatus</i>	Species	Pallas, 1771	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126278	126278
<i>Alitta succinea</i>	Species	(Leuckart, 1847)	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=234850	234850
<i>Alkmaria romijni</i>	Species	Horst, 1919	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=129769	129769
<i>Amphibalanus improvisus</i>	Species	(Darwin, 1854)	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=421139	421139
<i>Aphelochaeta marioni</i>	Species	(Saint-Joseph, 1894)	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=129938	129938
<i>Austrominius modestus</i>	Species	(Darwin, 1854)	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=712167	712167
<i>Caprella mutica</i>	Species	Schurin, 1935	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=146768	146768
<i>Carassius auratus</i>	Species	(Linnaeus, 1758)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=154298	154298
<i>Crepidula fornicata</i>	Species	(Linnaeus, 1758)	Animalia	Mollusca	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=138963	138963
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Species	(Valenciennes, 1844)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=154314	154314
<i>Cyprinus carpio</i>	Species	Linnaeus, 1758	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=154582	154582
<i>Diadumene lineata</i>	Species	(Verrill, 1869)	Animalia	Cnidaria	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=395099	395099
<i>Ensis leei</i>	Species	M. Huber, 2015	Animalia	Mollusca	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=876640	876640
<i>Fenestrulina malusii</i>	Species	(Audouin, 1826)	Animalia	Bryozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=111418	111418
<i>Gammarus tigrinus</i>	Species	Sexton, 1939	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=102296	102296
<i>Gymnomuraena zebra</i>	Species	(Shaw, 1797)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=217476	217476
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	Species	(De Haan, 1835 [in De Haan, 1833-1850])	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=158417	158417
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	Species	Asakura & Watanabe, 2005	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=389288	389288
<i>Huso huso</i>	Species	(Linnaeus, 1758)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126280	126280
<i>Hypereteone heteropoda</i>	Species	(Hartman, 1951)	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=333652	333652
<i>Hyleurochilus bermudensis</i>	Species	Beebe & Tee-Van, 1933	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=276312	276312
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Species	(Richardson, 1845)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=154600	154600
<i>Jassa marmorata</i>	Species	Holmes, 1905	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=102433	102433
<i>Magallana gigas</i>	Species	(Thunberg, 1793)	Animalia	Mollusca	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=836033	836033
<i>Marenzelleria neglecta</i>	Species	Sikorski & Bick, 2004	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=181523	181523
<i>Marenzelleria viridis</i>	Species	(Verrill, 1873)	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=131135	131135
<i>Micropogonias undulatus</i>	Species	(Linnaeus, 1766)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=151158	151158
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	Species	A. Agassiz, 1865	Animalia	Ctenophora	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=106401	106401
<i>Molgula manhattensis</i>	Species	(De Kay, 1843)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=103788	103788

Name	Rank	Authority	Kingdom	Phylum	URL	AphiaID
<i>Mya arenaria</i>	Species	Linnaeus, 1758	Animalia	Mollusca	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=140430	140430
<i>Neogobius melanostomus</i>	Species	(Pallas, 1814)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126916	126916
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	Species	(Walbaum, 1792)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=127182	127182
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Species	(Walbaum, 1792)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=127184	127184
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Species	(Walbaum, 1792)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=127185	127185
<i>Palaemon elegans</i>	Species	Rathke, 1837	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=107614	107614
<i>Penilia avirostris</i>	Species	Dana, 1849	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=106272	106272
<i>Petricolaria pholadiformis</i>	Species	(Lamarck, 1818)	Animalia	Mollusca	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=156961	156961
<i>Piaractus brachypomus</i>	Species	(Cuvier, 1818)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1022721	1022721
<i>Polydora aggregata</i>	Species	Blake, 1969	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=157535	157535
<i>Polydora cornuta</i>	Species	Bosc, 1802	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=131143	131143
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Species	(Gray, 1843)	Animalia	Mollusca	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=147123	147123
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	Species	(Gould, 1841)	Animalia	Arthropoda	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=107414	107414
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Species	(Mitchill, 1814)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=154241	154241
<i>Scartella cristata</i>	Species	(Linnaeus, 1758)	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126782	126782
<i>Streblospio benedicti</i>	Species	Webster, 1879	Animalia	Annelida	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=131191	131191
<i>Styela clava</i>	Species	Herdman, 1881	Animalia	Chordata	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=103929	103929
<i>Teredo navalis</i>	Species	Linnaeus, 1758	Animalia	Mollusca	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=141607	141607
<i>Akashiwo sanguinea</i>	Species	(K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup, 2000	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=232546	232546
<i>Alexandrium margalefii</i>	Species	Balech, 1994	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=233447	233447
<i>Alexandrium minutum</i>	Species	Halim, 1960	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=109711	109711
<i>Alexandrium tamarense</i>	Species	(Lebour) Balech, 1995	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=109714	109714
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	Species	Lauder, 1864	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=149119	149119
<i>Biddulphia rhombus</i>	Species	(Ehrenberg) W.Smith, 1854	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=149324	149324
<i>Biddulphia sinensis</i>	Species	Greville, 1866	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=148969	148969
<i>Chaetoceros circinalis</i>	Species	(Meunier) K.G. Jensen & Moestrup, 1998	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=163019	163019
<i>Chaetoceros concavicornis</i>	Species	Mangin, 1917	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=156607	156607
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	Species	Brightwell, 1856	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=178185	178185
<i>Colpomenia peregrina</i>	Species	Sauvageau, 1927	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145856	145856
<i>Corymbellus aureus</i>	Species	J.C.Green, 1976	Chromista	Haptophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=162519	162519
<i>Coscinodiscus wailiesii</i>	Species	Gran & Angst, 1931	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=156632	156632
<i>Dictyota dichotoma</i>	Species	(Hudson) J.V.Lamouroux, 1809	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145367	145367
<i>Emiliania huxleyi</i>	Species	(Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler, 1967	Chromista	Haptophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=115104	115104
<i>Ethmodiscus punctiger</i>	Species	Castracane, 1886	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=148941	148941
<i>Fucus distichus subsp. evanescens</i>	Subspecies	(C.Agardh) H.T.Powell, 1957	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=292672	292672
<i>Heterosigma akashiwo</i>	Species	(Y.Hada) Y.Hada ex Y.Hara & M.Chihara, 1987	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=160585	160585

Name	Rank	Authority	Kingdom	Phylum	URL	AphiaID
<i>Karenia mikimotoi</i>	Species	(Miyake & Kominami ex Oda) Gert Hansen & Moestrup, 2000	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=233024	233024
<i>Lepidodinium chlorophorum</i>	Species	(M.Elbrächter & E.Schnepf) Gert Hansen, Botes & Salas, 2007	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=345481	345481
<i>Peridiniella catenata</i>	Species	(Levander) Balech, 1977	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=110156	110156
<i>Peridiniella danica</i>	Species	(Paulsen) Y.B. Okolodkov & J.D. Dodge, 1995	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=233369	233369
<i>Peridinium quadridentatum</i>	Species	(F. Stein) Gert Hansen, 1995	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1305343	1305343
<i>Prorocentrum cordatum</i>	Species	(Ostenfeld) J.D. Dodge, 1975	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=232376	232376
<i>Prorocentrum gracile</i>	Species	F. Schütt, 1895	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=110300	110300
<i>Prorocentrum lima</i>	Species	(Ehrenberg) F. Stein, 1878	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=110301	110301
<i>Prorocentrum triestinum</i>	Species	J. Schiller, 1918	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=110316	110316
<i>Pseudochattonella</i>	Genus	(Y. Hara & Chihara) Hosoi-Tanabe, Honda, Fukaya, Inagaki & Sako, 2007	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=531445	531445
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	Species	Schultze, 1858	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=163346	163346
<i>Sargassum muticum</i>	Species	(Yendo) Fensholt, 1955	Chromista	Ochrophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=494791	494791
<i>Triplos arietinus</i>	Species	(Cleve) F. Gómez, 2013	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=841182	841182
<i>Triplos macroceros</i>	Species	(Ehrenberg) F. Gómez, 2013	Chromista	Myzozoa	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=841260	841260
<i>Agarophyton vermiculophyllum</i>	Species	(Ohmi) Gurgel, J.N. Norris & Fredericq, 2018	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1327786	1327786
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	Species	(J.D. Hooker & Harvey) Lyle, 1922	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=163275	163275
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	Species	Hariot, 1891	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=144442	144442
<i>Codium fragile</i>	Species	(Suringar) Hariot, 1889	Plantae	Chlorophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145086	145086
<i>Dasya baillouviana</i>	Species	(S.G. Gmelin) Montagne, 1841	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=144714	144714
<i>Dasysiphonia japonica</i>	Species	(Yendo) H.-S. Kim, 2012	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=836896	836896
<i>Grateloupia subpectinata</i>	Species	Holmes, 1912	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=370564	370564
<i>Melanothamnus harveyi</i>	Species	(Bailey) Díaz-Tapia & Maggs, 2017	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1027787	1027787
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Species	Kützinger, 1843	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=144437	144437
<i>Protomonostroma undulatum</i>	Species	(Wittrock) K.L. Vinogradova, 1969	Plantae	Chlorophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145946	145946
<i>Wildemanina miniata</i>	Species	(C. Agardh) Foslie, 1891	Plantae	Rhodophyta	http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=500421	500421

Bilag 2: Indsamlinger i regi af NOVANA-programmet

I figuren nedenfor er vist antallet af besøg på stationerne for bundfauna, stenrev, vandkemi og undervandsvegetation i perioden 1990-2019.



Bilag 3: Den opdaterede NIS-liste suppleret med tidligere registrerede NIS-arter

Listen nedefor er en kombination af (1) den opdaterede NIS-liste fra nærværende rapport og (2) informationer fra den tidligere gennemførte NIS-rapportering af Stæhr et al. (2016) og Stæhr et al. (2020). Tabellen viser, ud over overlappet mellem NISAR-resultaterne og de tidligere registrering, også hvilket arter DCE tidligere har registeret og som ikke er genfundet i regi af NISAR-projektet. Artnavnene der er brugt i tabellen følger de gældende valide navne i følge woRMS databasen, som resten af denne NISAR-rapport.

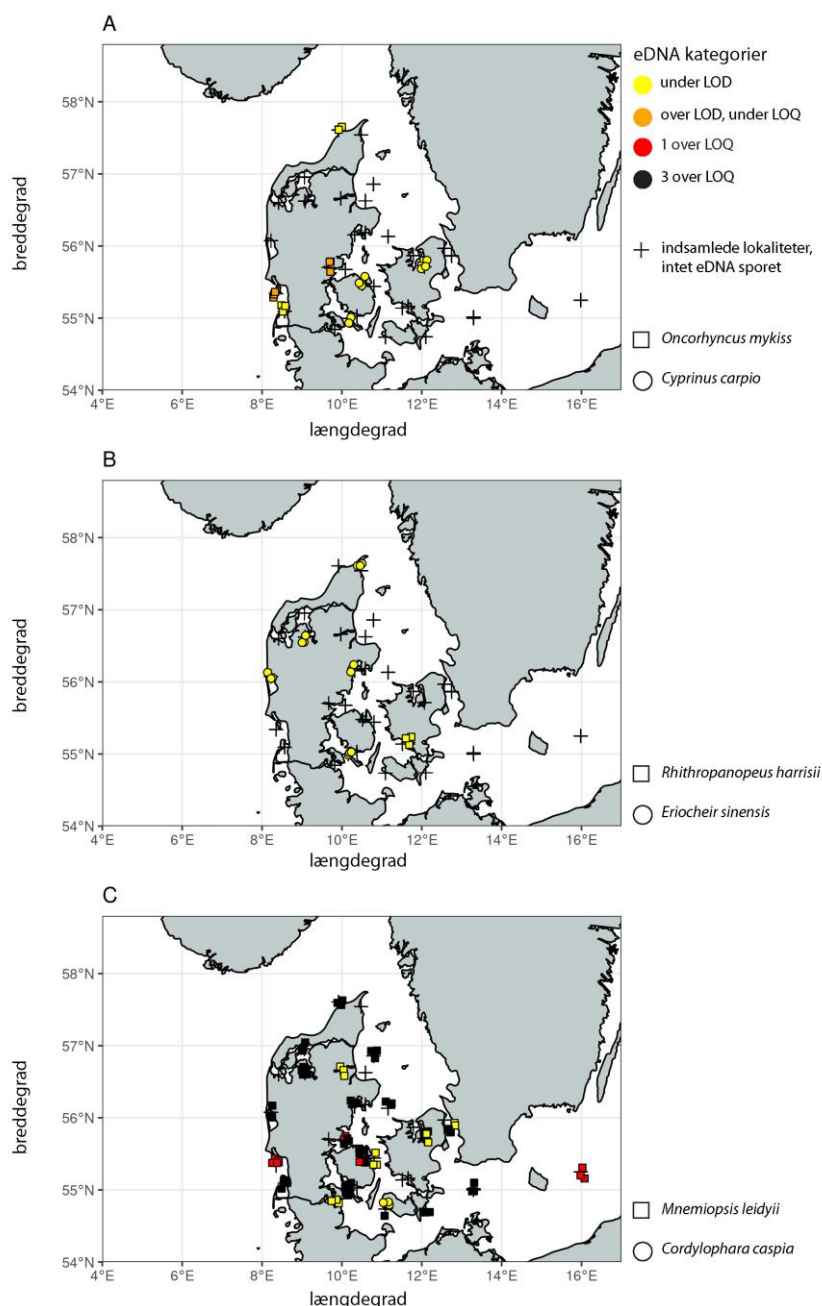
Navn	AphiaID	NISAR (denne rapport)	Stæhr et al. (2016)	Stæhr et al. (2020)	(*) Synonym anvendt af Stæhr et al.
1. <i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>	345943	X	X	X	
2. <i>Acipenser baerii</i>	233942	X	-	-	
3. <i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	126275	X	-	-	
4. <i>Acipenser stellatus</i>	126278	X	X	-	
5. <i>Agarophyton vermiculophyllum</i>	1327786	X	-	X	<i>Gracillaria vermiculophylla</i>
6. <i>Akashiwo sanguinea</i>	232546	X	X	X	
7. <i>Alexandrium margalefii</i>	233447	X	X	-	
8. <i>Alexandrium minutum</i>	109711	X	X	-	
9. <i>Alexandrium tamarensense</i>	109714	X	X	-	
10. <i>Alitta succinea</i>	234850	X	X	X	
11. <i>Alkmaria romijni</i>	129769	X	-	-	
12. <i>Amphibalanus improvisus</i>	421139	X	X*	X	<i>Balanus improvisus</i>
13. <i>Antithamnionella ternifolia</i>	163275	X	-	-	
14. <i>Aphelochaeta marioni</i>	129938	X	-	-	
15. <i>Austrominius modestus</i>	712167	X	X*	-	<i>Elminius modestus</i>
16. <i>Bacteriastrum hyalinum</i>	149119	X	X	-	
17. <i>Biddulphia rhombus</i>	149324	X	X	X*	<i>Odontella rhombus</i>
18. <i>Biddulphia sinensis</i>	148969	X	X*	-	<i>Odontella sinensis</i>
19. <i>Bonnemaisonia hamifera</i>	144442	X	X	X	
20. <i>Caprella mutica</i>	146768	X	-	-	
21. <i>Carassius auratus</i>	154298	X	-	-	
22. <i>Chaetoceros circinalis</i>	163019	X	X	X	
23. <i>Chaetoceros concavicornis</i>	156607	X	X	-	
24. <i>Chaetoceros peruvianus</i>	178185	X	X	X	
25. <i>Codium fragile</i>	145086	X	X	X	
26. <i>Colpomenia peregrina</i>	145856	X	X	X	
27. <i>Corymbellus aureus</i>	162519	X	X	-	
28. <i>Coscinodiscus wailesii</i>	156632	X	X	X	
29. <i>Crepidula fornicata</i>	138963	X	X	X	
30. <i>Ctenopharyngodon idella</i>	154314	X	-	-	
31. <i>Cyprinus carpio</i>	154582	X	-	-	
32. <i>Dasya baillouviana</i>	144714	X	X	X	
33. <i>Dasysiphonia japonica</i>	836896	X	X*	-	<i>Heterosiphonia japonica</i>

Navn	AphiaID	NISAR (denne rapport)	Stæhr et al. (2016)	Stæhr et al. (2020)	(*) Synonym anvendt af Stæhr et al.
34. <i>Diadumene lineata</i>	395099	X	-	-	
35. <i>Dictyota dichotoma</i>	145367	X	X	X	
36. <i>Emiliania huxleyi</i>	115104	X	X	X	
37. <i>Ensis leei</i>	876640	X	X*	X	<i>Ensis directus</i>
38. <i>Ethmodiscus punctiger</i>	148941	X	X*	-	<i>Thalassiora punctigera</i>
39. <i>Fenestrulina malusii</i>	111418	X	-	-	
40. <i>Fucus distichus subsp. evanescens</i>	292672	X	X	X	
41. <i>Gammarus tigrinus</i>	102296	X	X	X	
42. <i>Grateloupia subpectinata</i>	370564	X	-	-	
43. <i>Gymnomuraena zebra</i>	217476	X	-	-	
44. <i>Hemigrapsus sanguineus</i>	158417	X	-	-	
45. <i>Hemigrapsus takanoi</i>	389288	X	-	-	
46. <i>Heterosigma akashiwo</i>	160585	X	X	X	
47. <i>Huso huso</i>	126280	X	X	-	
48. <i>Hypereteone heteropoda</i>	333652	X	-	-	
49. <i>Hypoleurochilus bermudensis</i>	276312	X	-	-	
50. <i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	154600	X	-	-	
51. <i>Jassa marmorata</i>	102433	X	-	-	
52. <i>Karenia mikimotoi</i>	233024	X	-	X	
53. <i>Lepidodinium chlorophorum</i>	345481	X	X	-	
54. <i>Magallana gigas</i>	836033	X	X	X	
55. <i>Marenzelleria neglecta</i>	181523	X	X	X	
56. <i>Marenzelleria viridis</i>	131135	X	X	X	
57. <i>Melanothamnus harveyi</i>	1027787	X	X	X	
58. <i>Micropogonias undulatus</i>	151158	X	-	-	
59. <i>Mnemiopsis leidyi</i>	106401	X	X	-	
60. <i>Molgula manhattensis</i>	103788	X	X	X	
61. <i>Mya arenaria</i>	140430	X	X	X	
62. <i>Neogobius melanostomus</i>	126916	X	X	X	
63. <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	127182	X	-	-	
64. <i>Oncorhynchus kisutch</i>	127184	X	-	-	
65. <i>Oncorhynchus mykiss</i>	127185	X	X	X	
66. <i>Palaemon elegans</i>	107614	X	X	X	
67. <i>Penilia avirostris</i>	106272	X	X	X	
68. <i>Peridiniella catenata</i>	110156	X	X	X	
69. <i>Peridiniella danica</i>	233369	X	X	X	
70. <i>Peridinium quadridentatum</i>	1305343	X	-	X*	<i>Proto-peridinium quenquecorne</i>
71. <i>Petricolaria pholadiformis</i>	156961	X	X	X	
72. <i>Piaractus brachypomus</i>	1022721	X	-	-	
73. <i>Polydora aggregata</i>	157535	X	-	-	
74. <i>Polydora cornuta</i>	131143	X	-	-	
75. <i>Porphyra umbilicalis</i>	144437	X	X	X	
76. <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	147123	X	X	X	
77. <i>Prorocentrum cordatum</i>	232376	X	X	X	

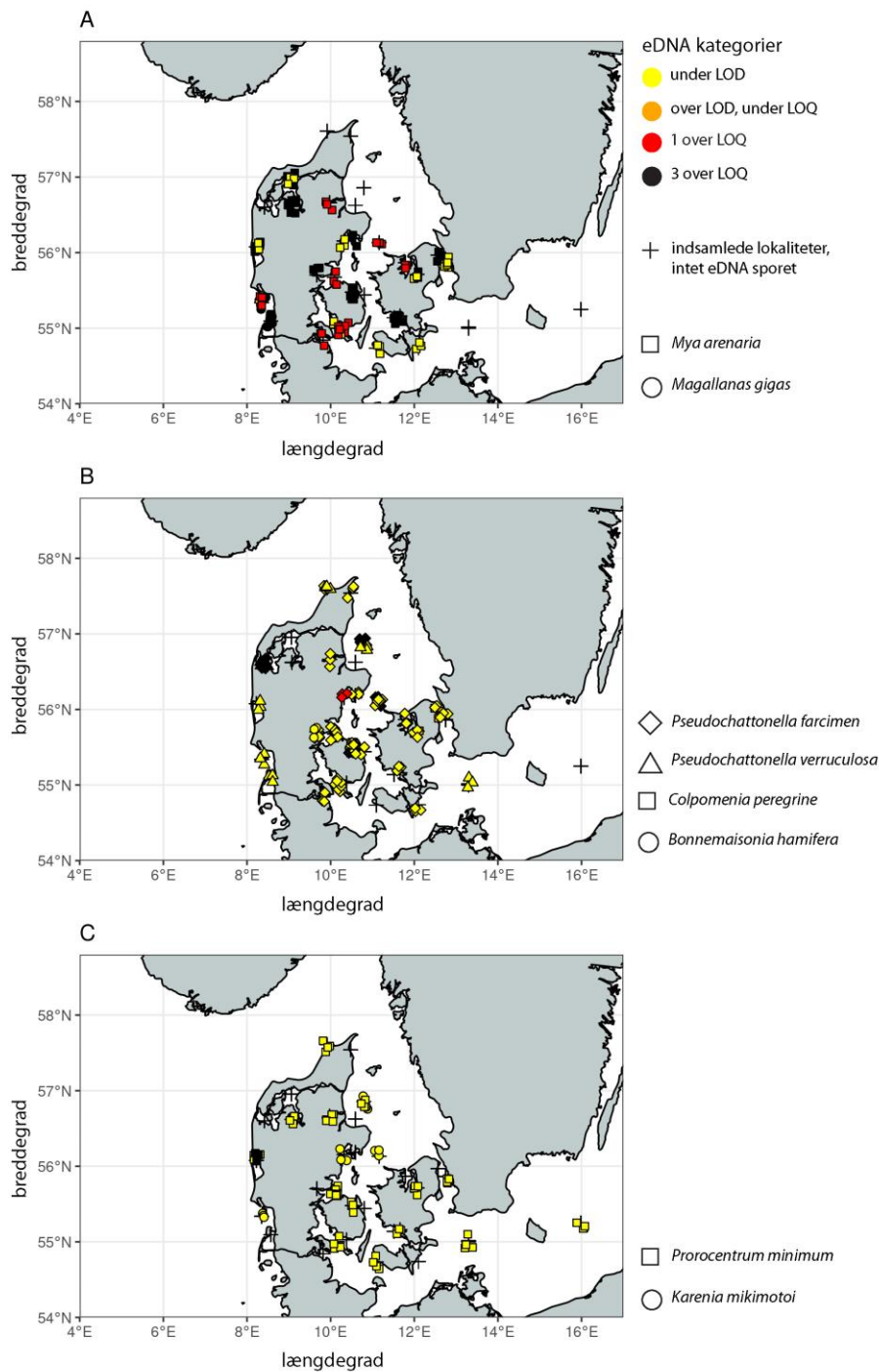
Navn	AphiaID	NISAR (denne rapport)	Stæhr et al. (2016)	Stæhr et al. (2020)	(*) Synonym anvendt af Stæhr et al.
78. <i>Prorocentrum gracile</i>	110300	X	X	X	
79. <i>Prorocentrum lima</i>	110301	X	X	X	
80. <i>Prorocentrum triestinum</i>	110316	X	X	X	
81. <i>Protomonostroma undulatum</i>	145946	X	-	-	
82. <i>Pseudochattonella</i>	531445	X	X	X	
83. <i>Rhithropanopeus harrisii</i>	107414	X	X	X	
84. <i>Rhizosolenia calcaravis</i>	163346	X	X	X	
85. <i>Salvelinus fontinalis</i>	154241	X	-	-	
86. <i>Sargassum muticum</i>	494791	X	X	X	
87. <i>Scartella cristata</i>	126782	X	-	-	
88. <i>Streblospio benedicti</i>	131191	X	-	-	
89. <i>Styela clava</i>	103929	X	X	X	
90. <i>Teredo navalis</i>	141607	X	X	-	
91. <i>Triplos arietinus</i>	841182	X	X	X	
92. <i>Triplos macroceros</i>	841260	X	X	X	
93. <i>Wildemanina miniata</i>	500421	X	-	-	
94. <i>Aglaothamnion halliae</i>	157299		X		<i>Anglaothamnion halliae</i>
95. <i>Alexandrium leei</i>	109710	-	X	-	
96. <i>Alexandrium ostenfeldii</i>	109712	-	-	X	
97. <i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	109713	-	X	-	
98. <i>Anguillicola crassus</i>	122885		X		<i>Anguillicola crassa</i>
99. <i>Cordylophora caspia</i>	117428	-†	X	-	
100. <i>Dinophysis sacculus</i>	232261	-	X	-	
101. <i>Eriocheir sinensis</i>	107451	-†	X	-	
102. <i>Ficopomatus enigmaticus</i>	130988	-	X	-	
103. <i>Mytilicola intestinalis</i>	128900	-	X	-	
104. <i>Ocinebrellus inornatus</i>	578702	-	X		<i>Ocenebra inomata</i>
105. <i>Phaeocystis pouchetii</i>	115106	-	X	-	
106. <i>Phaeocystis</i> spp.	115088	-	-	X	
107. <i>Pseudodactylogyrus anguillae</i>	119498	-	X	-	
108. <i>Pseudodactylogyrus bini</i>	119499	-	X	-	
109. <i>Spartina anglica</i>	234043	-	X	-	
110. <i>Stephanopyxis turris</i>	965294	-	X	-	
111. <i>Tharyx killardensis</i>	152269	-	-	X	
112. <i>Trieres mobiliensis</i>	839991	-	-	X	
113. <i>Trieres regia</i>	839996	-	-	X	

† Der er registreret svage eDNA-signaler for disse arter, under LOD (detektionsgrænserne).

Bilag 4: eDNA-niveauer i NOVANA-prøver

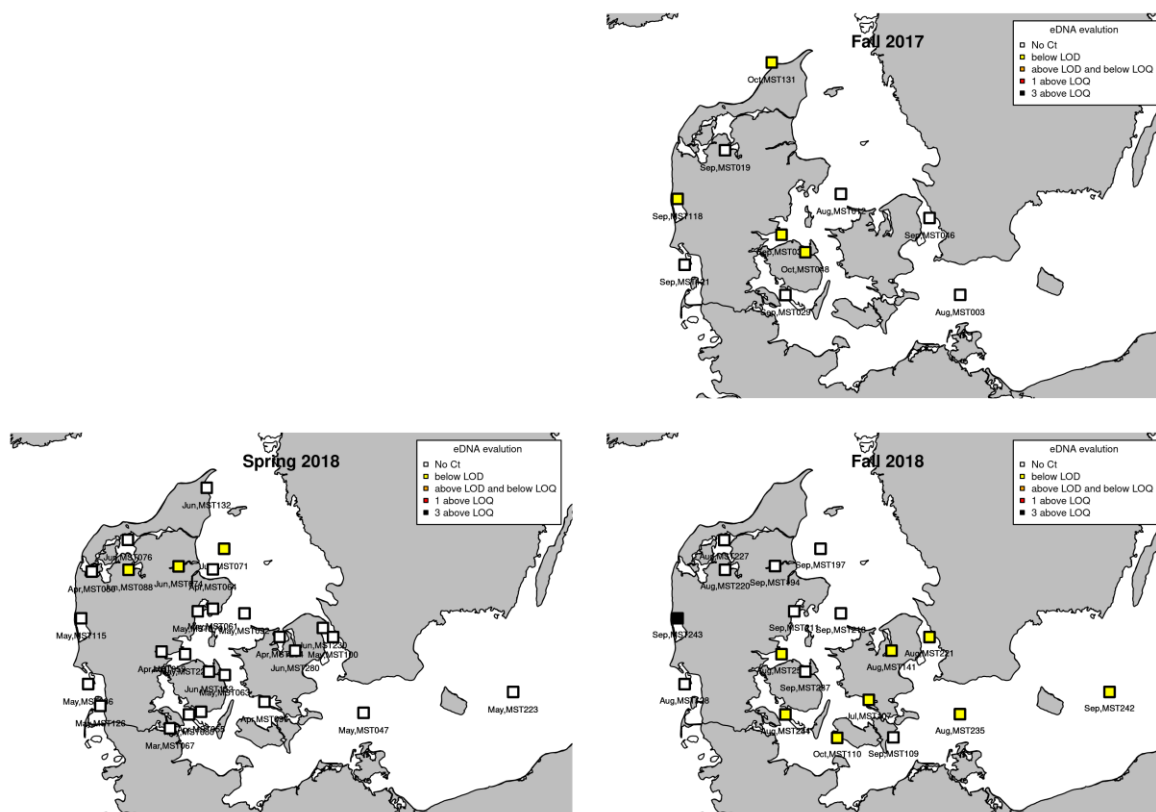


Figur B4.1: Niveauer af eDNA sporet i filtrerede vandprøver indsamlet i efteråret 2017, og i foråret og efteråret 2018. Her grupperet efter (A) Chordata som i denne rapport for eDNA-analyse omfatter regnbueørred (*O. mykiss*) og karpe (*C. carpio*), (B) Arthropoda som her omfatter nordamerikansk mudderkrabbe (*R. harrisi*) og kinesisk uldhåndskrabbe (*E. sinensis*) og (C) Cnidaria og Ctenophora som her omfatter amerikansk ribbegoble (*M. leidyi*) og brakvandskrøllepolyp (*C. caspia*). Alle indsamlingslokaliteter blev forsøgt analyseret for disse seks arter, men for de lokaliteter hvor intet eDNA blev sporet er et 'kors' markeret. De andre indsamlingslokaliteter er farvet efter eDNA-niveau-kategorien, og er spredt en anelse for at gøre det muligt at se overlappende springer af eDNA fra forskellige gentagelser og fra forskellige arter. De fire eDNA-kategorier indikerer voksende antal positive springer tilsvarende den voksende farveintensitet i farveskalaen fra gul til orange til rød til sort. En gul eDNA-kategori er således en meget svag indikation på tilstedeværelse der bør følges op med yderligere prøveindsamling. En rød kategori er minimum een positiv sporing på højt niveau, og en sort kategori er en meget sikker sporing der understreger den eftersøgte arts eDNA er i vandsøjlen på indsamlingslokaliteten.

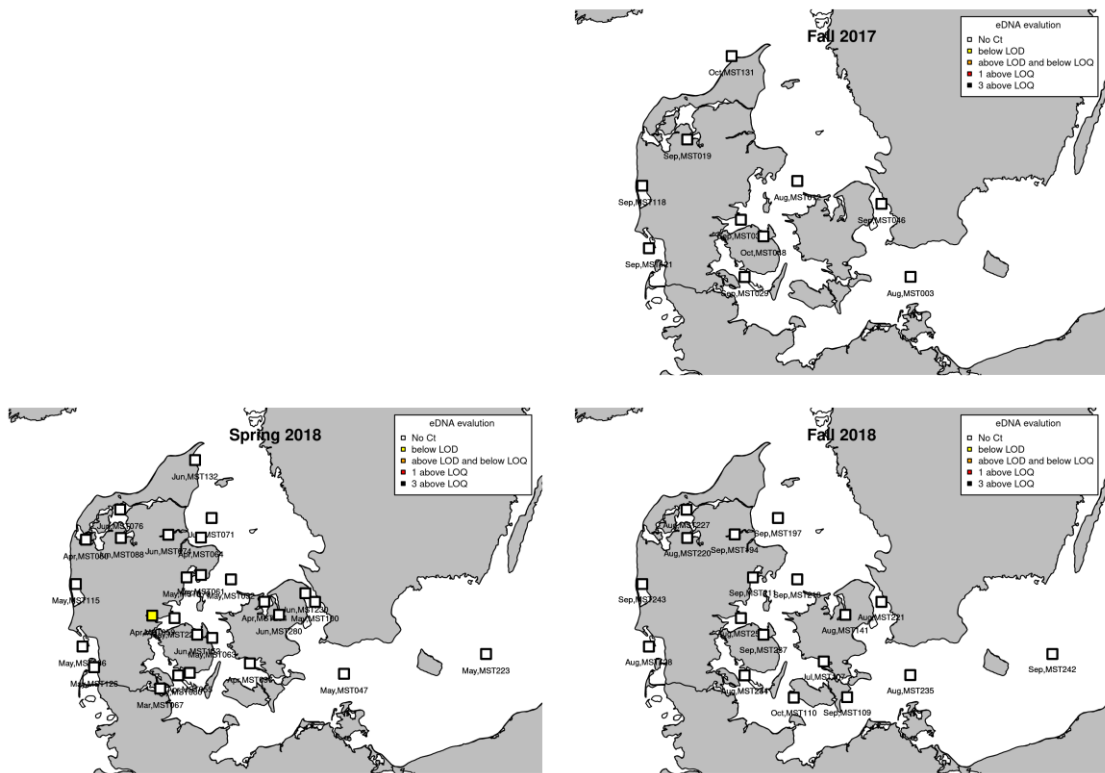


Figur B4.2: Niveauer af eDNA sporet i filtrerede vandprøver indsamlet i efteråret 2017, og i foråret og efteråret 2018. Her grupperet efter (A) Mollusca som her i denne rapport for eDNA analyse omfatter sandmusling (*M. arenaria*) og stillehavsøsters (*M. gigas*), (B) Heterokontophyta, Rhodophyta og Ochrophyta som her omfatter en rødtotalge (*B. hamifera*), østerstyv (*C. peregrine*), og de to arter af heterokonte flagellater (*P. verruculosa* og *P. farcimen*); og (C) Dinoflagellata som her omfatter to arter af dinoflagellater (*K. mikimotoi* og *P. minimum*). Alle indsamlingslokaliteter blev forsøgt analyseret for disse otte arter, men for de lokaliteter hvor intet eDNA blev sporet er et 'kors' markeret. De andre indsamlingslokaliteter er farvet efter eDNA-niveau-kategorien, og er spredt en anelse for at gøre det muligt at se overlappende springer af eDNA fra forskellige gentagelser og fra forskellige arter. De fire eDNA-kategorier indikerer voksende antal positive sporinger tilsvarende den voksende farveintensitet i farveskalaen fra gul til orange til rød til sort. En gul eDNA-kategori er således en meget svag indikation på tilstedeværelse der bør følges op med yderligere prøveindsamling. En rød kategori er minimum een positiv sporing på højt niveau, og en sort kategori er en meget sikker sporing der understreger den eftersøgte arts eDNA er i vandsøjlen på indsamlingslokaliteten.

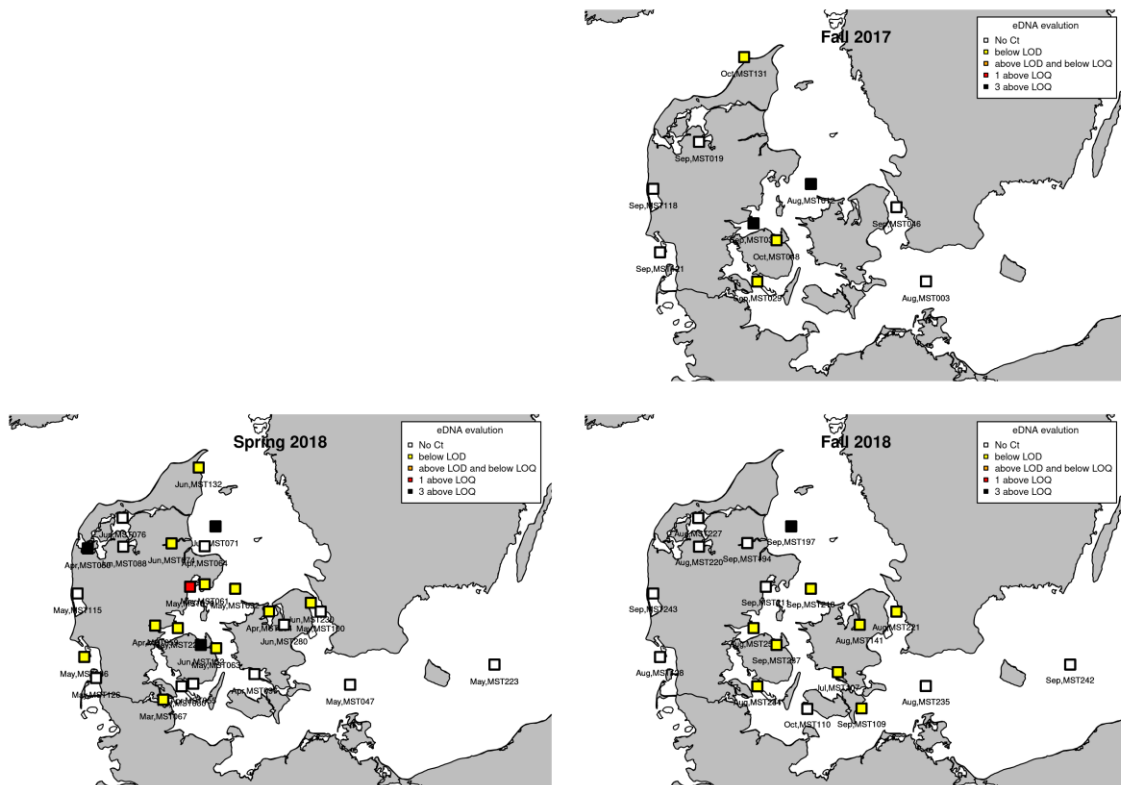
Bilag 5: Kortlægning af eDNA-kategorier registreret i vandprøver indsamlet i 2017 og 2018 for 11 af de eftersøgte ikke-hjemmehørende arter



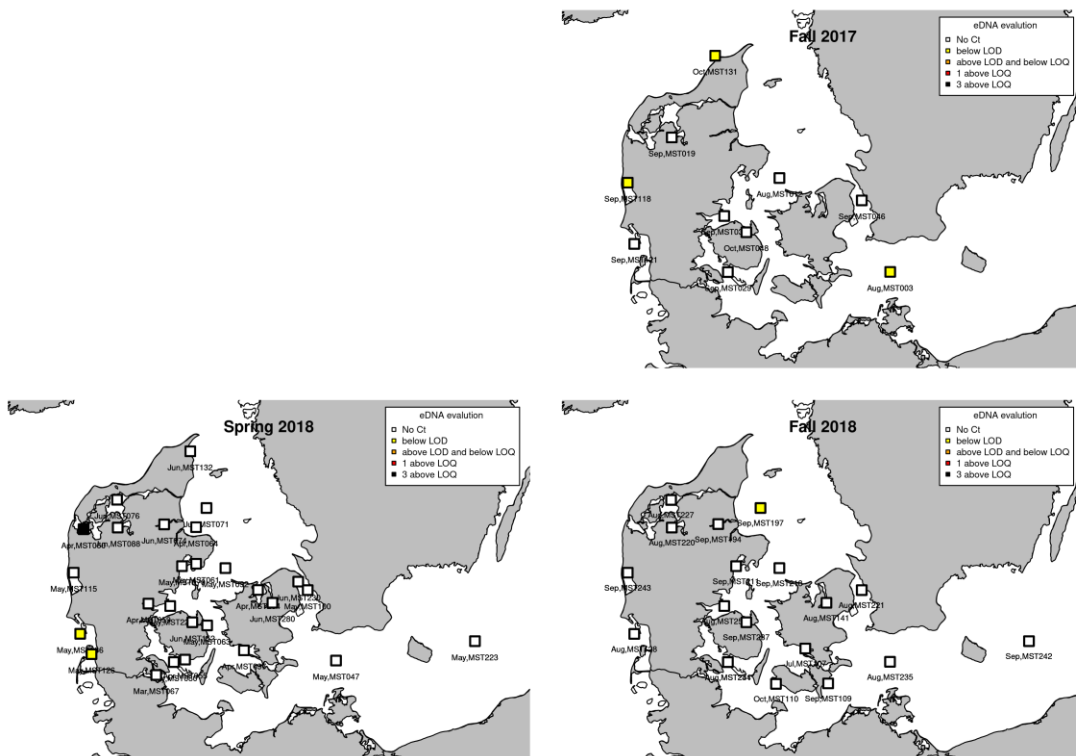
Figur B5.1: *Prorocentrum minimum*.



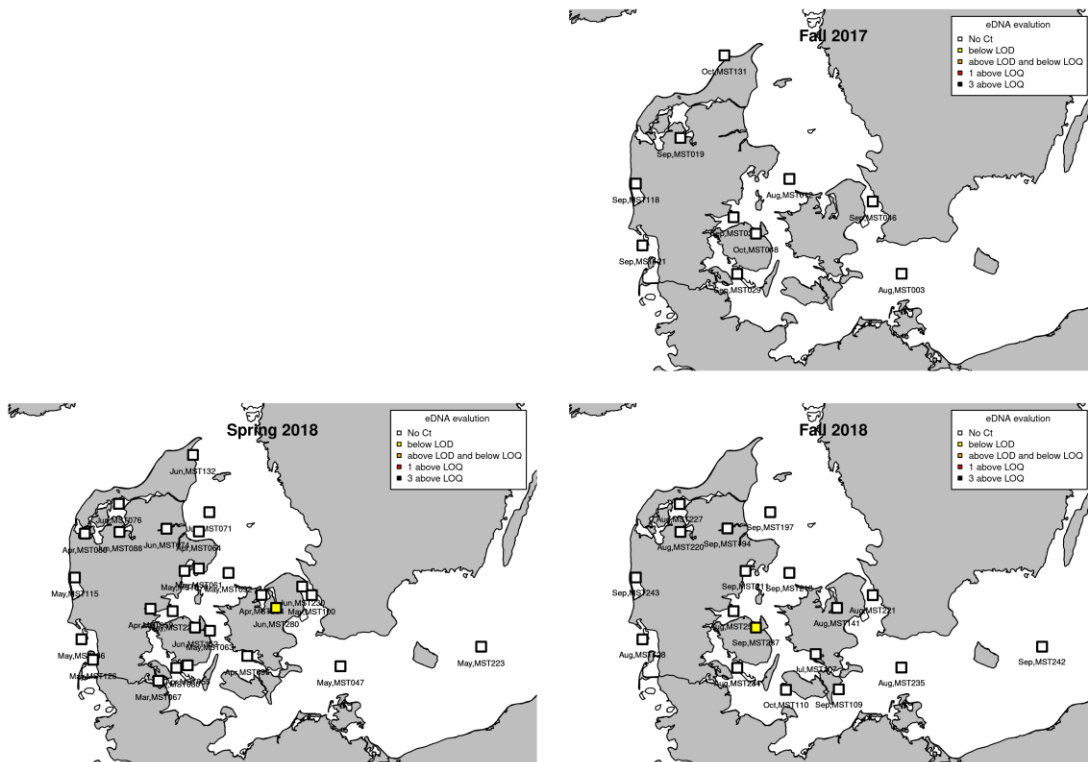
Figur B5.2: *Bonnemaisonia hamifera*.



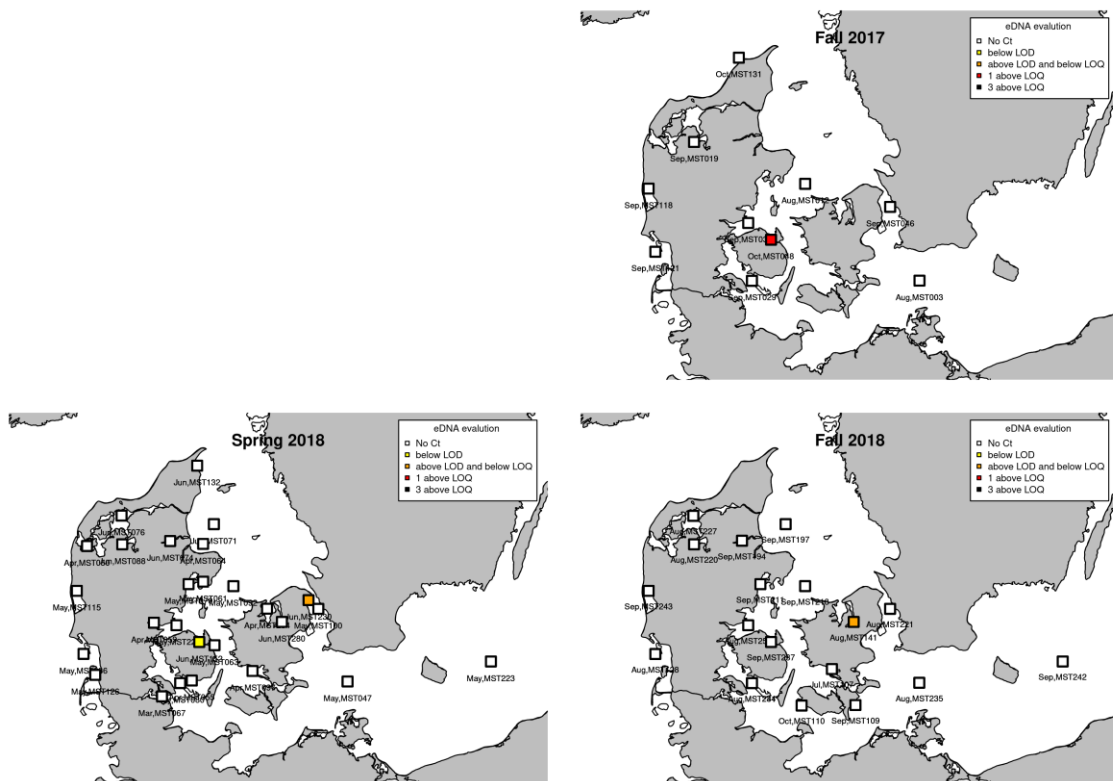
Figur B5.3: *Pseudochattonella farcimen*.



Figur B5.4: *Pseudochattonella verruculosa*.



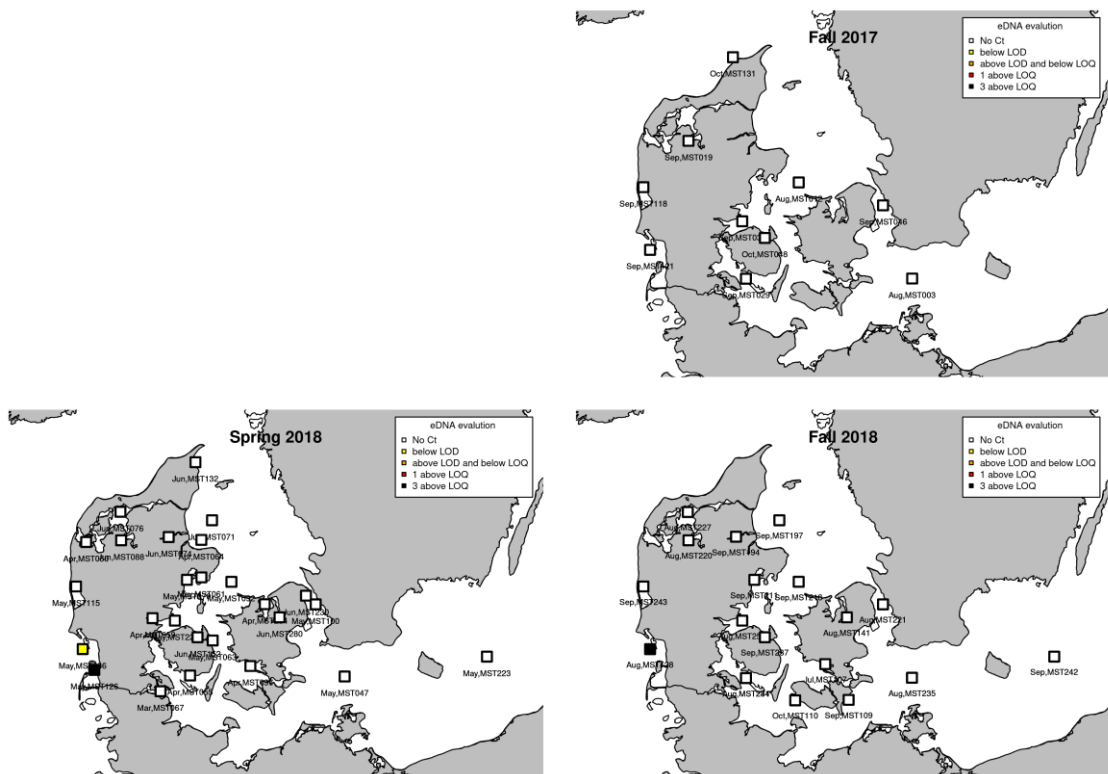
Figur B5.5: *Cyprinus carpio*.



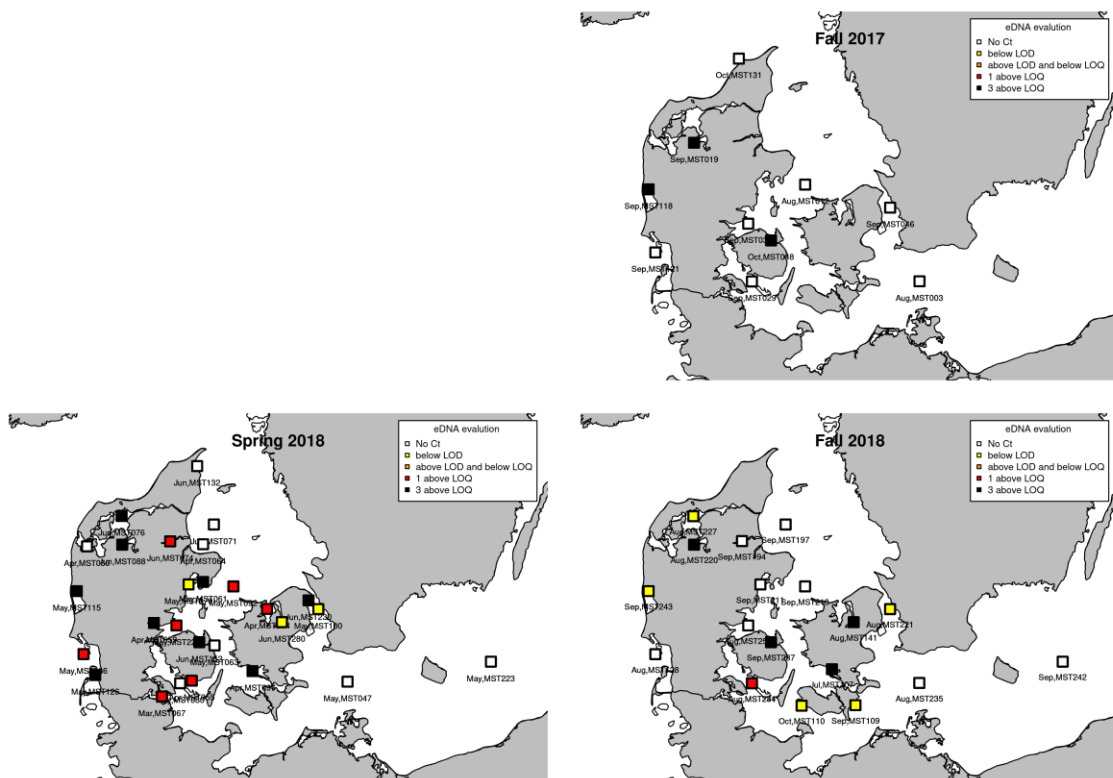
Figur B5.6: *Colpomenia peregrine*.



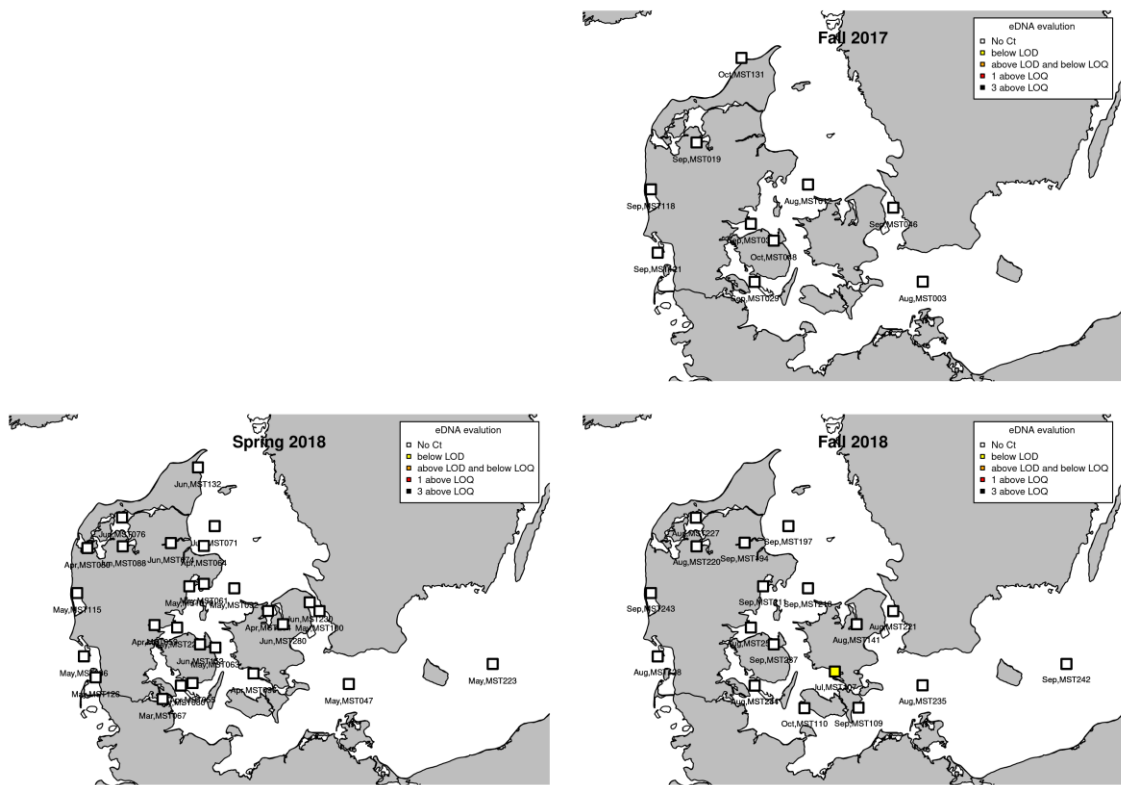
Figur B5.7: *Oncorhynchus mykiss*.



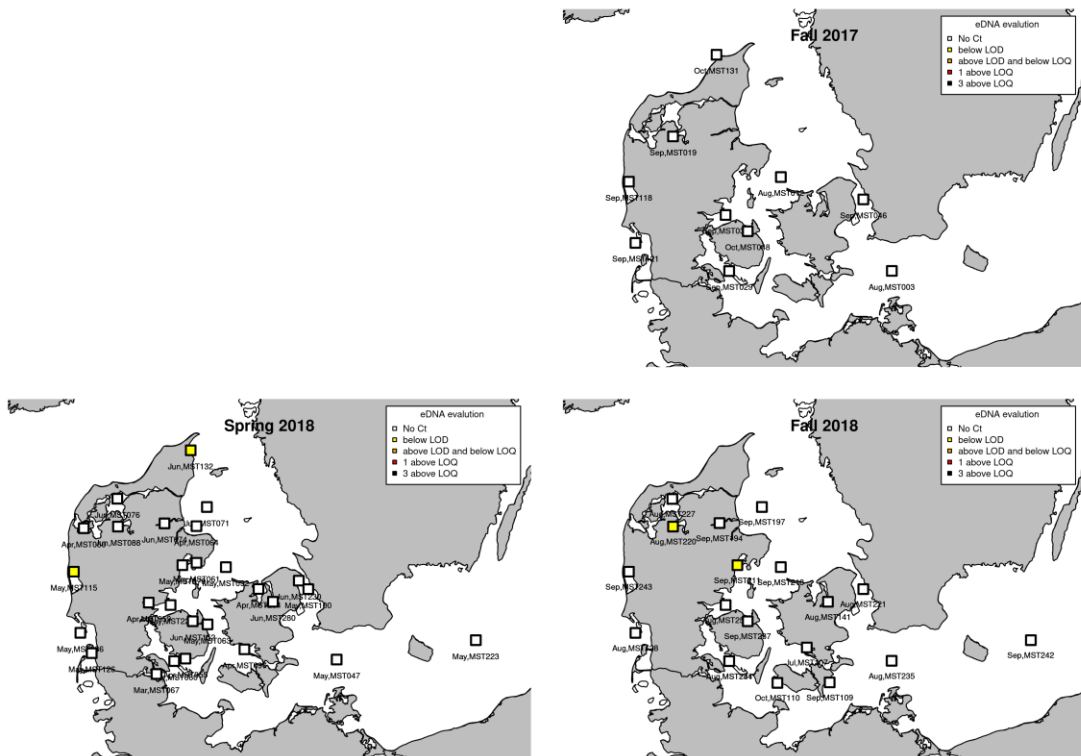
Figur B5.8: *Magallana gigas*.



Figur B5.9: *Mya arenaria*.



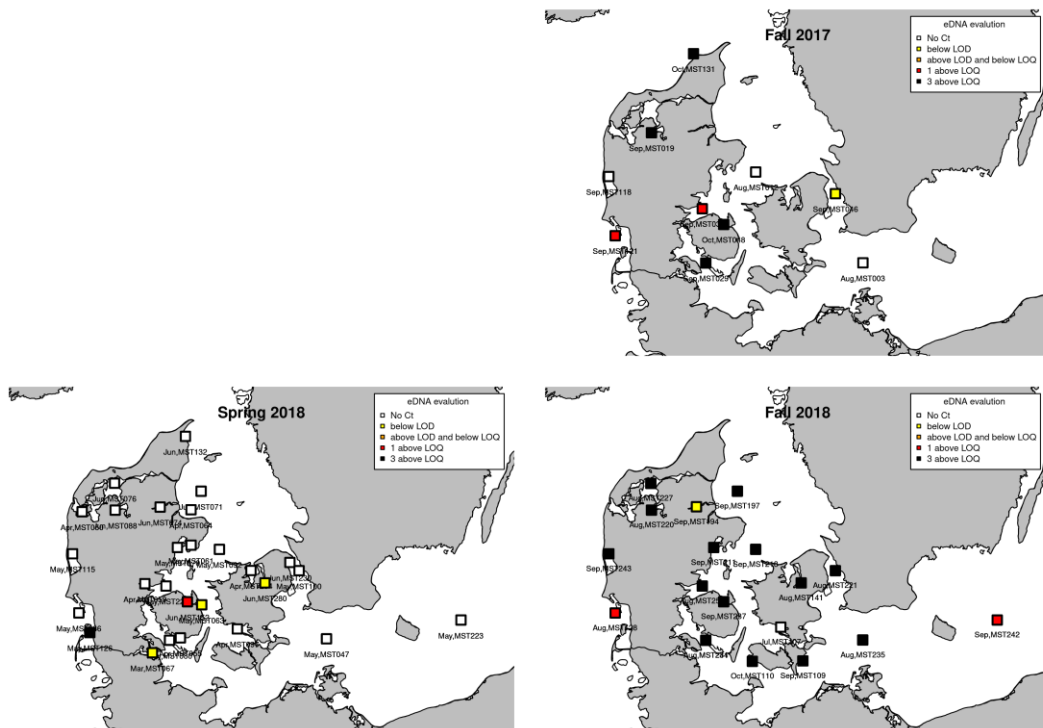
Figur B5.10: *Rhithropanopeus harrisi*.



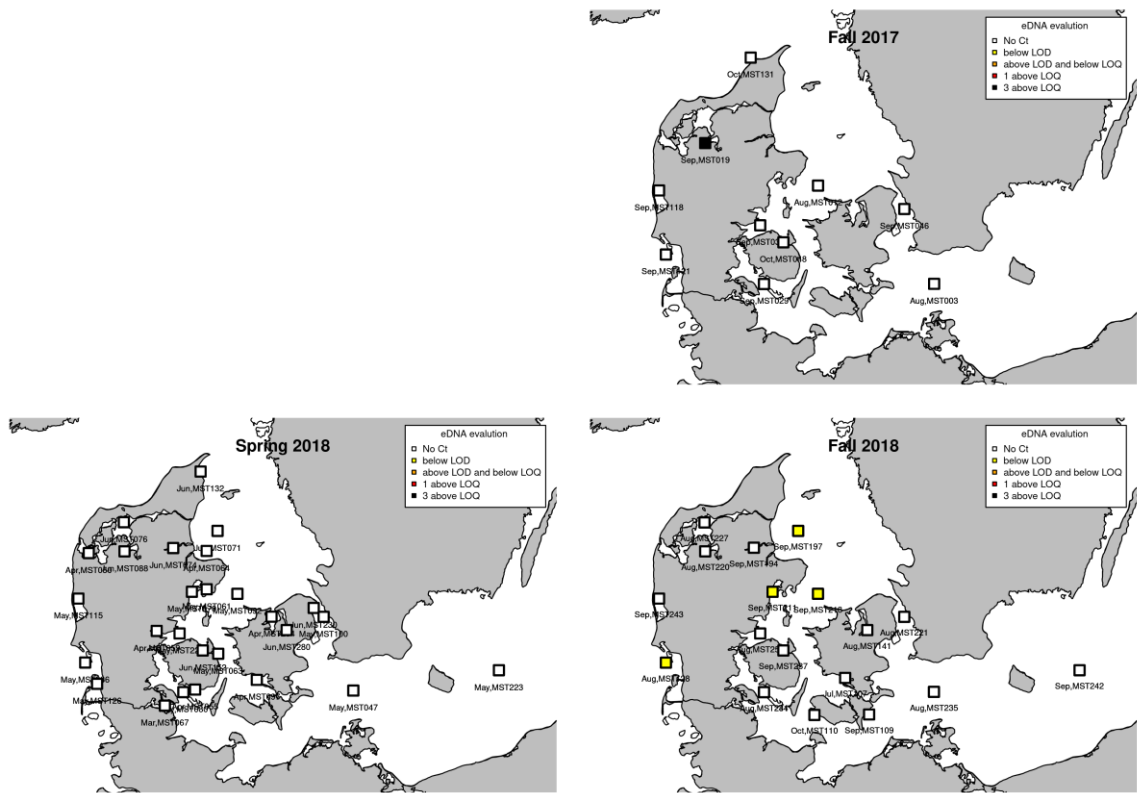
Figur B5.11: *Eriocheir sinensis*.



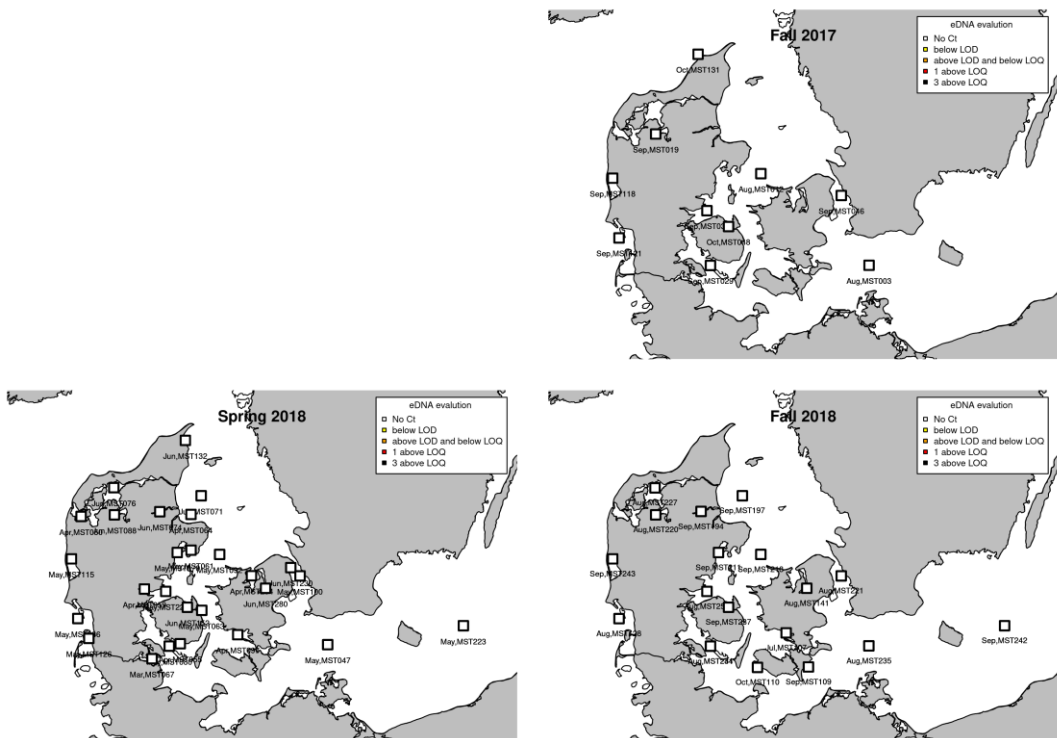
Figur B5.12: *Cordylophora caspia*.



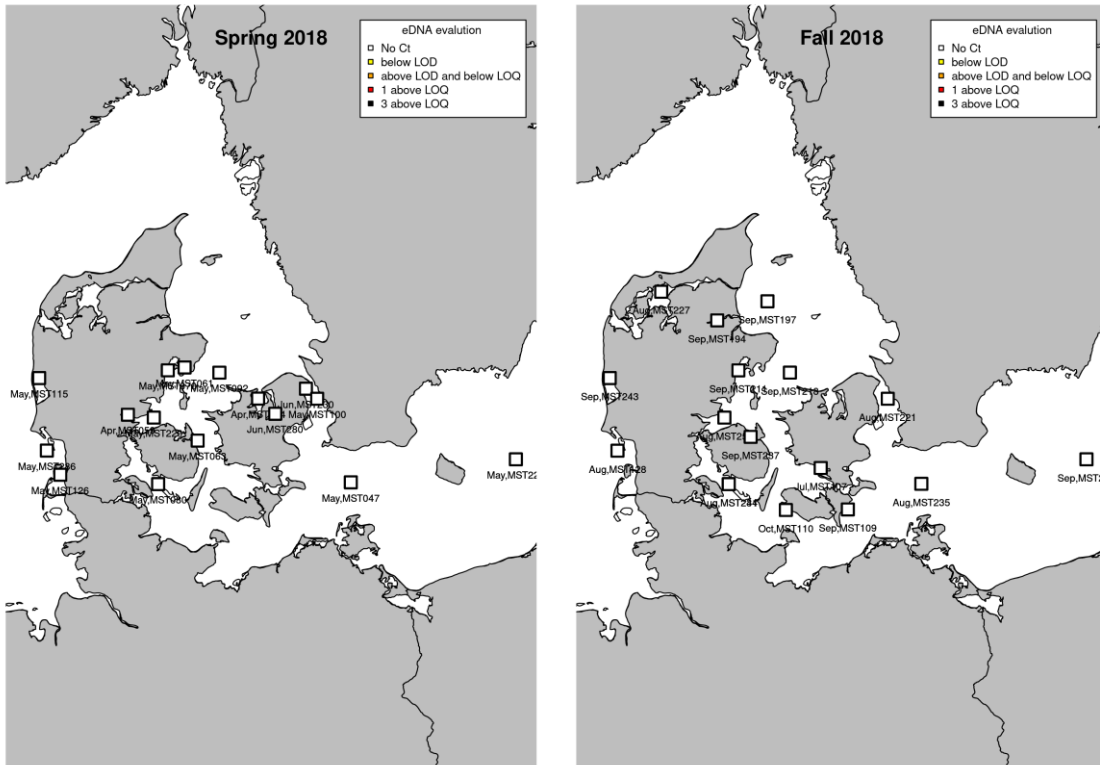
Figur B5.13: *Mnemiopsis leidyi*.



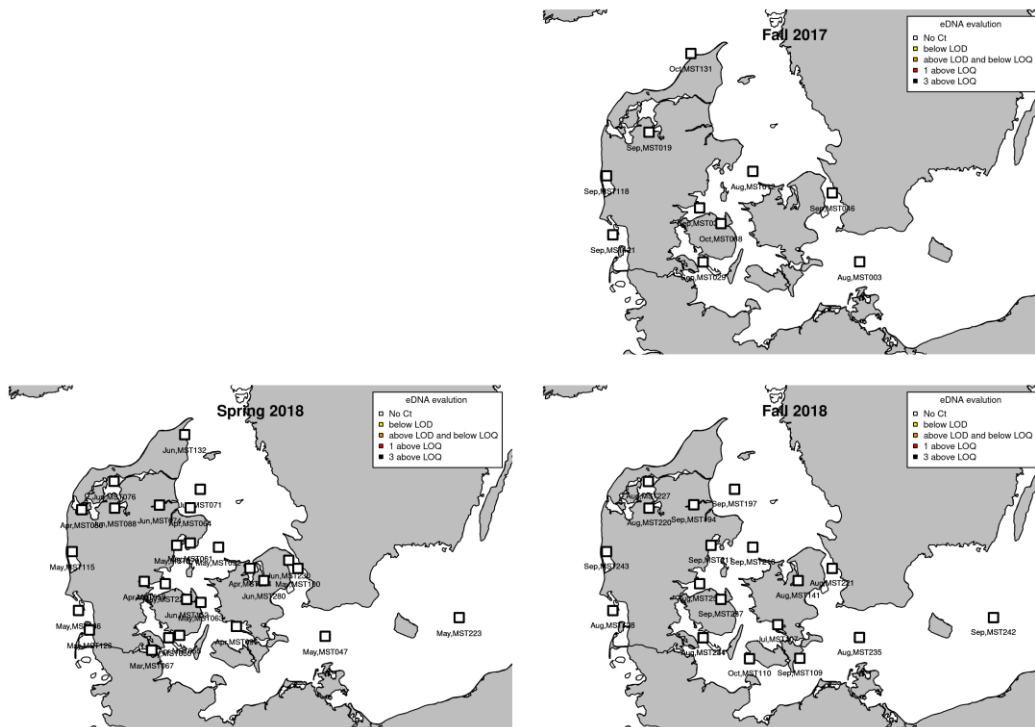
Figur B5.14: *Karenia mikimotoi*.



Figur B5.15: *Carassius auratus*.



Figur B5.16: *Oncorhynchus gorbuscha*.



Figur B5.17: *Acipenser* spp.

Bilag 6: Liste over Miljøstyrelsens prøver indsamlet i danske farvande i perioden efteråret 2017 og frem til efteråret 2018

Med to indsamlingssæsoner (forsommer fra maj til juli og efterår fra august til november) blev der i efteråret 2017 indsamlet filterprøver som blev analyseret for 11 lokaliteter, og i forsommeren 2018 for 27 lokaliteter, og for efteråret 2018 fra 19 lokaliteter.

De indsamlede positioner er opgivet i decimal grader, og det filtrerede vandvolumen i mL.

Aar	Lokalitet	MST_proeve	lok_pos_lat	lok_pos_lon	Dato_inds	vol_vand_filt_mL
2017	DMU_444_Arkona	MST003	54.999617	13.299867	30-Aug-2017	1500
2017	VSJ20925	MST012	56.132217	11.157867	29-Aug-2017	1100
2017	VIB_3727_00001	MST019	56.622167	9.075833	12-Sep-2017	710
2017	FYN6300043_Sydlig_Lillebaelt	MST029	54.997667	10.160333	25-Sep-2017	1400
2017	VEJ0006870_Nordlig_Lillebaelt	MST032	55.674383	10.090417	20-Sep-2017	800
2017	BRKBMPK2_910_Bornholm_aabne_del	MST041	55.250000	55.250017	19-Oct-2017	1450
2017	KBH431	MST046	55.862300	12.750267	18-Sep-2017	1500
2017	FYN6900017	MST048	55.478250	10.518183	09-Oct-2017	1100
2017	RKB1_Ringkoebing_fjord	MST118	56.076167	8.224333	19-Sep-2017	1150
2017	RIB1510007	MST121	55.337500	8.350667	05-Sep-2017	1450
2017	NOR7715	MST131	57.607833	9.915333	10-Oct-2017	1350
2018	Arkona_DMU444	MST047	55.015833	13.296667	23-May-2018	1500
2018	Nissum_bredning	MST050	56.600833	8.414833	25-Apr-2018	400
2018	DSoe	MST055	55.027358	10.377598	24-Apr-2018	1200
2018	Vejle_Fjord	MST059	55.703333	9.668333	05-Apr-2018	950
2018	Ebeltoft_vig	MST061	56.183983	10.591450	28-May-2018	1100
2018	Storebaelt_NV	MST063	55.440283	10.803883	03-May-2018	1750
2018	Hevring_Bugt	MST064	56.625617	10.590433	16-Apr-2018	1100
2018	Flensborg_Fjord	MST067	54.842127	9.819387	21-Mar-2018	1000
2018	ARH170006_Molshoved_Aarhus_bugt	MST070	56.154870	10.318345	15-May-2018	1500
2018	aalborg_bugt	MST071	56.856667	10.791667	11-Jun-2018	1800
2018	Mariager_fjord	MST074	56.659000	9.973333	11-Jun-2018	1610
2018	Loegstoer_bredning	MST076	56.956667	9.062333	06-Jun-2018	1100
2018	FYN6300043_Sydlig_Lillebaelt	MST080	54.997777	10.160775	14-May-2018	1525
2018	Skive_fjord	MST088	56.620833	9.074833	07-Jun-2018	500
2018	VSJ20925	MST092	56.131333	11.157833	15-May-2018	1500
2018	Karrebaeksminde_Bugt	MST097	55.139000	11.515833	18-Apr-2018	1500
2018	oeresund_Ven_KBH431	MST100	55.865833	12.749167	14-May-2018	1500
2018	RKB1_Ringkoebing_fjord	MST115	56.076167	8.224333	15-May-2018	600
2018	LISD0027	MST126	55.093300	8.568250	25-May-2018	300
2018	Kragsskov_Rev	MST132	57.540783	10.479267	27-Jun-2018	1600
2018	ODF17_Odense_Fjord	MST152	55.478233	10.518233	04-Jun-2018	900
2018	BRKBMPK2_910_Bornholm_aabne_del	MST223	55.250000	15.983333	29-May-2018	1200
2018	VEJ0006870	MST229	55.674110	10.090410	16-May-2018	NA
2018	Nivaa_Bugt_MCR230010	MST230	55.968167	12.566000	27-Jun-2018	1600
2018	ROS60	MST280	55.713000	12.066667	27-Jun-2018	1500
2018	Isefjordens_yderbredning	MST284	55.867500	11.787833	03-Apr-2018	1500

Aar	Lokalitet	MST_proeve	lok_pos_lat	lok_pos_lon	Dato_inds	vol_vand_filt_mL
2018	RIB1510007	MST286	55.338850	8.349417	15-May-2018	1500
2018	ENoe_NORD_0101142	MST107	55.161633	11.658350	06-Jul-2018	1400
2018	Hovedskov_1001027	MST109	54.740283	12.099767	25-Sep-2018	1100
2018	Femern_Baelt_Vest_0401011	MST110	54.734667	11.091200	10-Oct-2018	1100
2018	RIB1510007	MST128	55.337583	8.350617	07-Aug-2018	1200
2018	ROS60	MST141	55.713000	12.066667	16-Aug-2018	1500
2018	Mariager_fjord	MST194	56.662733	9.974033	04-Sep-2018	1500
2018	aalborg_bugt	MST197	56.856667	10.791667	03-Sep-2018	1500
2018	ARH170006	MST211	56.154495	10.319002	25-Sep-2018	1600
2018	Gniben_VSJ20925	MST218	56.131667	11.156667	19-Sep-2018	1600
2018	Skive_fjord	MST220	56.620833	9.075833	30-Aug-2018	900
2018	oeresund_Ven_KBH431	MST221	55.865833	12.749167	29-Aug-2018	1300
2018	Loegstoer_bredning	MST227	56.954000	9.062333	29-Aug-2018	700
2018	FYN6300043	MST231	54.997500	10.160833	17-Aug-2018	1300
2018	Arkona_DMU444	MST235	55.000833	13.296167	31-Aug-2018	1500
2018	ODF17_Odense_Fjord	MST237	55.478275	10.517920	10-Sep-2018	1100
2018	BRKBMPK2_910_Bornholm_aabne_del	MST242	55.250000	15.983333	18-Sep-2018	1500
2018	RKB1_Ringkoebing_fjord	MST243	56.076167	8.224333	04-Sep-2018	420
2018	FYN6300043	MST244	54.997398	10.161378	28-Aug-2018	1500
2018	VEJ0006870	MST257	55.674047	10.090607	23-Aug-2018	1600

Bilag 7: Liste over lokaliteter hvorfra Miljøstyrelsens prøver blev indsamlet i 2017 og 2018

De lokaliteter hvor der optræder flere end et enkelt MST-nummer, er blevet indsamlet igen i både 2017 og 2018. Ikke alle MST-filtre indsamlet i denne table er inkluderet. Listen her omfatter kun de filtre, hvorfra der er blevet ekstraheret eDNA og derpå blevet testet med arts-specifik sporing af eDNA.

Listen opsummerer derfor hvilke lokaliteter der i 2017-2018 blev indsamlet fra, og hvilke vandprøver der tilsvarende disse indsamlede lokaliteter.

Lokalitet	MST prøve		
aalborg_bugt	MST071	MST197	0
ARH170006	MST211	0	0
ARH170006_Molshoved_Aarhus_bugt	MST070	0	0
Arkona_DMU444	MST047	MST235	0
BRKBMPK2_910_Bornholm_aabne_del	MST041	MST223	MST242
DMU_444_Arkona	MST003	0	0
DSoe	MST055	0	0
Ebeltoft_vig	MST061	0	0
ENoe_NORD_0101142	MST107	0	0
Femern_Baelt_Vest_0401011	MST110	0	0
Flensborg_Fjord	MST067	0	0
FYN6300043	MST231	MST244	0
FYN6300043_Sydlig_Lillebaelt	MST029	MST080	0
FYN6900017	MST048	0	0
Gniben_VSJ20925	MST218	0	0
Hevring_Bugt	MST064	0	0
Hovedskov_1001027	MST109	0	0
Isefjordens_yderbredning	MST284	0	0
Karrebaeksminde_Bugt	MST097	0	0
KBH431	MST046	0	0
Kragkov_Rev	MST132	0	0
LISD0027	MST126	0	0
Loegstoer_bredning	MST076	MST227	0
Mariager_fjord	MST074	MST194	0
Nissum_bredning	MST050	0	0
Nivaa_Bugt_MCR230010	MST230	0	0
NOR7715	MST131	0	0
ODF17_Odense_Fjord	MST152	MST237	0
oeresund_Ven_KBH431	MST100	MST221	0
RIB1510007	MST121	MST286	MST128
RKB1_Ringkoebing_fjord	MST118	MST115	MST243
ROS60	MST280	MST141	0
Skive_fjord	MST088	MST220	0
Storebaelt_NV	MST063	0	0
VEJ0006870	MST229	MST257	0
VEJ0006870_Nordlige_Lillebaelt	MST032	0	0
Vejle_Fjord	MST059	0	0
VIB_3727_00001	MST019	0	0
VSJ20925	MST012	MST092	0
Lok_omr01	smpltp.1	smpltp.2	smpltp.3

Lokalitet	MST_proeve		
aalborg_bugt	MST071	MST197	0
ARH170006	MST211	0	0
ARH170006_Molshoved_Aarhus_bugt	MST070	0	0
Arkona_DMU444	MST047	MST235	0
BRKBMPK2_910_Bornholm_aabne_del	MST041	MST223	MST242
DMU_444_Arkona	MST003	0	0
DSoe	MST055	0	0
Ebeltoft_vig	MST061	0	0
ENoe_NORD_0101142	MST107	0	0
Femern_Baelt_Vest_0401011	MST110	0	0
Flensborg_Fjord	MST067	0	0
FYN6300043	MST231	MST244	0
FYN6300043_Sydlig_Lillebaelt	MST029	MST080	0
FYN6900017	MST048	0	0
Gniben_VSJ20925	MST218	0	0
Hevring_Bugt	MST064	0	0
Hovedskov_1001027	MST109	0	0
Isefjordens_yderbredning	MST284	0	0
Karrebaeksminde_Bugt	MST097	0	0
KBH431	MST046	0	0
Kragkov_Rev	MST132	0	0
LISD0027	MST126	0	0
Loegstoer_bredning	MST076	MST227	0
Mariager_fjord	MST074	MST194	0
Nissum_bredning	MST050	0	0
Nivaa_Bugt_MCR230010	MST230	0	0
NOR7715	MST131	0	0
ODF17_Odense_Fjord	MST152	MST237	0
oeresund_Ven_KBH431	MST100	MST221	0
RIB1510007	MST121	MST286	MST128
RKB1_Ringkoebing_fjord	MST118	MST115	MST243
ROS60	MST280	MST141	0
Skive_fjord	MST088	MST220	0
Storebaelt_NV	MST063	0	0
VEJ0006870	MST229	MST257	0
VEJ0006870_Nordlige_Lillebaelt	MST032	0	0
Vejle_Fjord	MST059	0	0
VIB_3727_00001	MST019	0	0
VSJ20925	MST012	MST092	0

Rent vand – det er klart

NIVA Danmark er en nyetableret og uafhængig forsknings- og rådgivningsvirksomhed på vandmiljøområdet.

NIVA Danmark er et laboratorium i ordets klassiske betydning - et sted for øvelse, observation og testning. Særlig fokus har vi på forskningsbaseret gennemførelse af en række EU-direktiver, bl.a. vandrammedirektivet og havstrategidirektivet, og internationale konventioner (HELCOM, OSPAR og BDC). Vi rådgiver desuden relevante myndigheder og små og mellemstore virksomheder.

NIVA Danmark arbejder i vandløb, søer, fjorde og åbne havområder. Kerneområder er eutrofiering, miljøfarlige stoffer, biodiversitet, klimaforandringer, økosystemers sundhedstilstand samt effekter af menneskelige aktiviteter. Derfor udvikler vi indikatorer, overvågningsmetoder, værktøjer til tilstandsvurdering med et overordnet formål om at gennemføre analyser og synteseopgaver og bidrage til forsknings-baserede og bæredygtige løsninger på en lang række af de udfordringer vandmiljøet har.

NIVA Danmark er et lande-kontor under Norsk Institut for Vandforskning (NIVA). Vi har således en ressource-base på mere end 200 dedikerede forskere og eksperter.



Univate
Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S
Danmark
Telefon: 39 17 97 33
E-post: mail@niva-dk.dk
CVR: 35431063
www.niva-danmark.dk