



# BENTISK BIODIVERSITET VED TAARBÆK REV

## Forundersøgelse ved dykker, haps og eDNA prøver

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 304

2024



AARHUS  
UNIVERSITET  
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



# Bentisk biodiversitet ved Taarbæk rev

Forundersøgelse ved dykker, haps og eDNA prøver

---

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 304

2024

Peter A.U. Stæhr<sup>1</sup>, Helle Buur<sup>1</sup>, Karsten Dahl<sup>1</sup>, Lis Bach<sup>1</sup>, Anne Winding<sup>2</sup>,  
Rumakanta Sapkota<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience

<sup>2</sup>Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

# Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 304
Kategori:	Rådgivningsnotat
Titel:	Bentisk biodiversitet ved Taarbæk rev
Undertitel:	Forundersøgelse ved dykker, haps og eDNA prøver
Forfatter(e):	Peter A.U. Stæhr, Helle Buur, Karsten Dahl, Lis Bach, Anne Winding, Rumakanta Sapkota
Institution(er):	Aarhus Universitet, Ecoscience og Aarhus Universitet, Miljøvidenskab
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	<a href="https://dce.au.dk">https://dce.au.dk</a>
Udgivelsesår:	Januar 2024
Redaktion afsluttet:	03.01.2024
Faglig kommentering:	Jakob Thyrring
Kvalitetssikring, DCE:	Anja S. Hansen
Sproglig kvalitetssikring:	Jakob Thyrring
Ekstern kommentering:	Kommentarerne findes her: <a href="https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_300-349/KommentarerTR/TR304_komm.pdf">https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_300-349/KommentarerTR/TR304_komm.pdf</a>
Finansiel støtte:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Stæhr, P.A.U., Buur, H., Dahl, K., Bach, L., Winding, A., Sapkota, R. 2024. Bentisk biodiversitet ved Taarbæk rev. Forundersøgelse ved dykker, haps og eDNA prøver. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 30 s. - Teknisk rapport nr. 304 <a href="https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_300-349/TR304.pdf">https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_300-349/TR304.pdf</a>
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten sammenfatter resultaterne fra en opgørelse af biodiversiteten i området "Taarbæk rev" indsamlet i fbm. en biologisk forundersøgelse til udpegning af et egnet område til genopretning af et stenrev. Artsopgørelserne omfatter dykker baserede artsidentifikationer, eDNA metabarcoding og Haps prøver på den bløde bund.
Emneord:	Naturgenopretning, Stenrev, Biodiversitet, Metoder
Layout:	Peter A. U. Stæhr
Illustrationer:	Peter A. U. Stæhr
Foto forside:	Taarbæk rev. Karsten Dahl
ISBN:	978-87-7156-836-3
ISSN (elektronisk):	2244-9991
Sideantal:	30

# Indhold

<b>Forord</b>	<b>5</b>
<b>Sammenfatning</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1 Indledning</b>	<b>8</b>
<b>2 Metoder</b>	<b>9</b>
2.1 Dykkerbaseret artsopgørelse	9
2.2 Haps baseret artsopgørelse	10
2.3 eDNA baseret artsopgørelse	12
<b>3 Resultater</b>	<b>13</b>
3.1 Dykkerbaseret artsopgørelse	13
3.2 Haps baseret artsopgørelse	14
3.3 eDNA baseret artsopgørelse	15
3.4 Sammenligning af biodiversitet ved forskellige metoder	16
3.5 Eksotiske arter	20
<b>4 Diskussion</b>	<b>21</b>
<b>5 Anbefalinger</b>	<b>23</b>
<b>6 Bilag – artslister</b>	<b>24</b>
6.1 Samlet artsliste baseret på metode	24
6.2 Haps – blødbundsfaunadata (arter, antal og biomasse)	27
<b>7 Referencer</b>	<b>29</b>



## Forord

Dette notat er et supplement til rapporten "Biologiske undersøgelser på Taarbæk Rev" (Dahl et al. 2022). Notatet leverer detaljerede oplysninger om artsammensætning og artsantal for prøver indsamlet ved en biologisk forundersøgelse forud for naturgenopretning af et stenrev ved Taarbæk i Øresund. Notatet indgår i en samlet biologisk baseline analyse bestilt af Miljøstyrelsen og skal på et senere tidspunkt kunne anvendes til at dokumentere effekterne af reetableringen af stenrevet.

## Sammenfatning

Rapporten beskriver resultaterne af en biodiversitetsmonitoring udført i juni 2022 i området Taarbæk rev i Øresund. Monitoringen bidrager med biodiversitetsopgørelser, som kan anvendes til vurdering af ændringer opnået ved genopretning af et historisk stenrev i området. Monitoringen omfattede både dykkeres observationer, eDNA analyser og blødbundprøver (Haps).

Der blev samlet observeret 129 arter fordelt på 86 arter ved eDNA analyse (metabarcoding), 40 ved dykker og 29 ved Haps, med kun fire arter fundet af alle metoder. Prøvetagningen omfattede både den bløde og den hårde bund samt større pelagiske organismer (dvs ikke plankton) identificeret med eDNA. Der blev indsamlet materiale fra hhv. 10 (eDNA), 12 (dykker) og 8 (Haps) prøvetagningsstationer fordelt over hele området. Mens der var store forskelle i antallet af arter, og forskellige mål for biodiversitet opgjort ved de tre metoder, så var der lille variation indenfor hver af metoderne. Den forholdsvise homogene / ensartede fordeling af arter i området, understøttes af en række visuelle (video samt dykker) observationer.

For at gøre det muligt at sammenligne resultater fra de forskellige metoder, analyserede vi kun data i f.h.t. tilstedeværelse/ikke tilstedeværelse (P/A). Kvantitative data blev dog indsamlet for både de dykkerbaserede observationer (dækningsgrad) og Haps prøverne (antal individer og biomasse).

Baseret på eDNA prøverne, fandt vi 15 eksotiske marine arter, hvoraf nogle forekommer at være nye for danske farvande.

Resultaterne viste, at artsopgørelsen var meget følsom overfor valg af metode. Hvis man ønsker at opnå en grundig opgørelse af artsdiversiteten i et område, kan det anbefales at kombinere flere metoder som i denne undersøgelse og gentage monitoringen på samme tidspunkt af året.



## Summary

This report describes the results of a biodiversity monitoring assessment carried out in June 2022 in the area Taarbæk reef in Øresund. The monitoring contributes with biodiversity assessments that can be used to assess changes achieved by restoring a historic stone reef in the area. The monitoring included both diver observations, eDNA- and soft bottom samples (Haps).

A total of 129 species were observed, divided into 86 by eDNA (metabar-coding), 40 by divers and 29 by Haps, with only four species found by all methods. The sampling included both the soft and the hard bottom as well as larger pelagic organisms (i.e. not plankton) identified by eDNA. Material was collected from 10 (eDNA), 12 (Diver) and 8 (Haps) sampling stations distributed over the entire area. While there were large differences in the number of species, and different measures of biodiversity calculated by the three methods, there was little variation within each of the methods. The fact that the area was relatively homogenous / uniform in terms of distribution of species is supported by a number of visual (video and diver) observations in the area.

To make it possible to compare results from the different methods, we only analyzed data in terms of presence/absence (P/A). Quantitative data were, however, collected for both the diver-based observations (% coverage) and the Haps samples (number of individuals and biomass).

Based on the eDNA samples, we found 15 exotic marine species, some of which appear to be new to Danish waters.

The results showed that the species inventory was very sensitive to the choice of method. If you want to achieve a thorough assessment of the species diversity in an area, it is recommended to combine several methods, as in this study and to perform data collection during the same season.

# 1 Indledning

Miljøstyrelsen har på baggrund af en grundig screening for egnede stenrevslokaliteter med behov for naturgenopretning i Øresundsregionen, udpeget et område kaldet Taarbæk Rev som egnet til restaurering af et historisk stenrev (Dahl og Göke 2021). Taarbæk Rev ligger i Øresund ud for det gamle fiskerleje Taarbæk Havn. Baseret på en akustisk kortlægning af området (WSP 2022) og en efterfølgende visuel verifikation (Dahl et al. 2022), er der lavet en detaljeret plan for genopretning af Taarbæk stenrev (Göke og Dahl 2022). Dette notat bidrager med en detaljeret opgørelse over artssammensætning, fordeling af artsgrupper og artsdiversiteten i det udpegede område. Disse data vil fremadrettet kunne anvendes som en baseline til at dokumentere effekterne af reetableringen af stenrevet.

Notatet baseres på data indsamlet med forskellige metoder, omfattende dykkerbaserede observationer, der er målrettet epibiontiske organismer, Haps prøver, der er målrettet infauna i mudder, sand og grusbunde samt eDNA analyse (metabarcoding) på vandprøver, der i princippet er målrettet alle organismer, der frigør DNA til vandmassen. Valget af forskellige metoder blev gjort for at sikre et fyldestgørende billede af biodiversiteten i undersøgelsesområdet. Anvendeligheden af de indsamlede data til opgørelse af biodiversitet og i hvor høj grad de forskellige metoder supplerer hinanden, evalueres i rapporten. Baseret på de opnåede resultater og erfaringer med forskellige metoder, gives anbefalinger i forhold til fremtidige baseline undersøgelser af biodiversitet i forbindelse med marine naturgenopretningsprojekter.

## 2 Metoder

### 2.1 Dykkerbaseret artsopgørelse

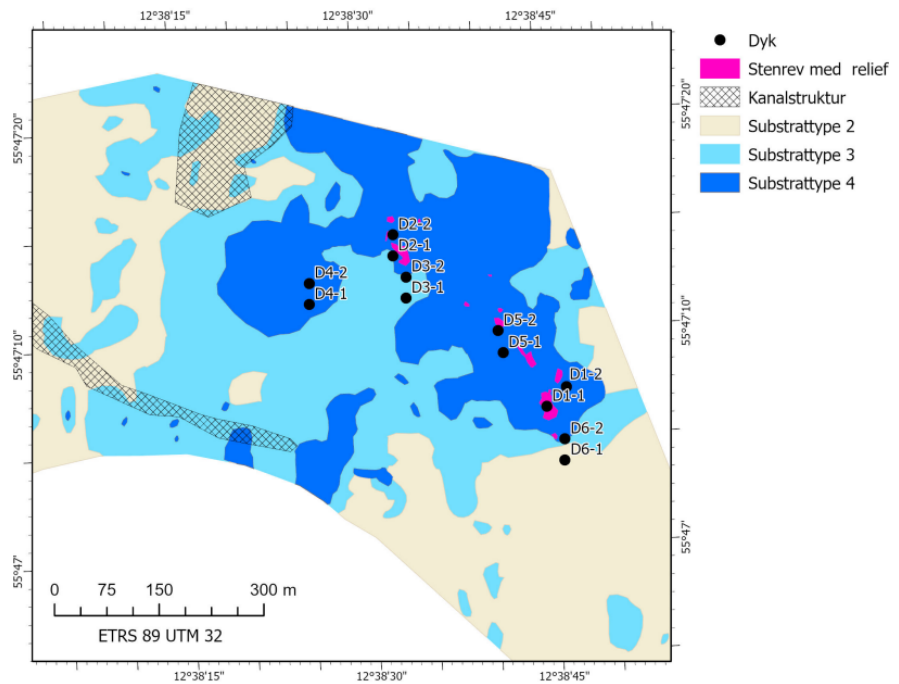
Dykkerundersøgelserne blev udført i henhold til NOVANA programmet tekniske retningslinje for stenrev (TA-M14). Undersøgelsen bestod af undersøgte parceller på 25 m<sup>2</sup>. Formålet med dykkerundersøgelserne var at beskrive sedimentsammensætningen fordelt i klasser, den samlede vegetationsdækning og de biologiske samfund bestemt ud fra artsspecifikke dækningsprocenter. Undersøgelsen beskrev dækningsprocenter af arter på hård bund og i tilgift dækning af mobile og epibentiske dyr samt vegetation på både blød og hård bund, der blev observeret. På alle stationer blev der af dykkerne indsamlet prøver for mere detaljerede artsbestemmelse i laboratoriet. Alle artslistes blev således kvalitetssikret ved sammenligning med laboratoriebestemmelserne. Figur 2.1 giver et overblik over indsamling og oparbejdning af data til den dykker baserede monitoring.



**Figur 2.1.** Indsamling af dykkerbaserede data til registrering og kortlægning af arter knyttet til havbunden.

Der blev i alt undersøgt 12 stationer med dykning (se figur 2.2). Fire stationer (D1-1, D1-2, D2-1, D2-2) lå i dybdeintervallet 5 og 7 m, hvor stentætheden er høj (Substrat type 4) og hvor der formentlig ikke påtænkes udlagt sten. Data herfra kan derfor anvendes som referencegrundlag. De resterende otte prøver blev fordelt i indenfor det påtænkte genopretningsområde. Da området dybdemæssigt var meget homogent, blev det vurderet, at otte stationer var fuldt tilstrækkeligt til at give en meget grundig beskrivelse af biodiversiteten og artsdækninger i det påtænkte genopretningsområde. Data fra dykkerundersøgelserne er blevet overført til databasen, der anvendes til stenrevsundersøgelser. En mere uddybende beskrivelse af den dykkerbaserede indsamling af data fremgår af Dahl et al. (2022). De 12 dykkerstationer blev gennemført ved seks opankringer, med to delstationer per opankring. I denne rapport antages det, at delstationerne kan anvendes som replikate prøver.

**Figur 2.2.** Fordeling af dykkerstationer inden for det kortlagte undersøgelsesområde. Baggrundskortet er WSP's akustiske tolkning af substrattyper med en særlig angivelse af tætte stenforekomster (stenrev med relief) (WSP, 2022).



Dybde, dato og placering for de enkelte dyk, fremgår af tabel 2.1.

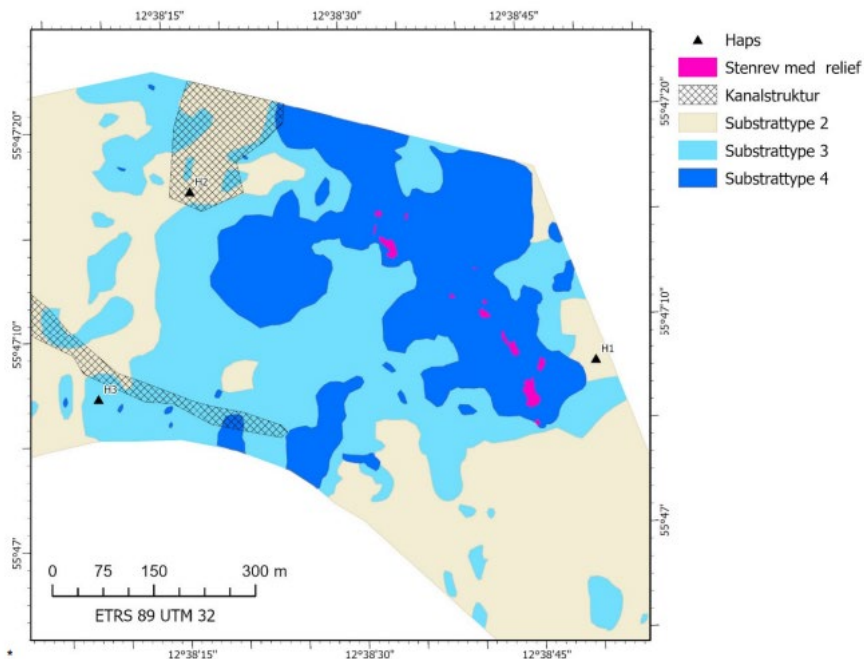
**Tabel 2.1.** Stationer, aktuelle undersøgelsesdybder, undersøgelsesdato samt aktuelle positioner i grad og decimale minutter i WGS 84. Reference stationer er angivet med\*

Station	Dybde (m)	dato	Længde <sup>o</sup> (E)	Bredde <sup>o</sup> (N)
D1-1*	5,5	07-06-2022	12°38.745'E	55°47.106'N
D1-2*	5,8	07-06-2022	12°38.774'E	55°47.120'N
D2-1*	6,0	07-06-2022	12°38.545'E	55°47.228'N
D2-2*	5,1	07-06-2022	12°38.547'E	55°47.244'N
D3-1	6,0	08-06-2022	12°38.560'E	55°47.195'N
D3-2	6,4	08-06-2022	12°38.562'E	55°47.211'N
D4-1	6,5	07-06-2022	12°38.427'E	55°47.194'N
D4-2	6,5	07-06-2022	12°38.429'E	55°47.210'N
D5-1	6,2	08-06-2022	12°38.689'E	55°47.149'N
D5-2	6,2	08-06-2022	12°38.684'E	55°47.166'N
D6-1	6,7	07-06-2022	12°38.766'E	55°47.064'N
D6-2	5,7	07-06-2022	12°38.768'E	55°47.080'N

## 2.2 Haps baseret artsopgørelse

Biologiske undersøgelser af blødbundfauna i området blev undersøgt ved at tage Haps prøver inden for det identificerede genopretningsområde (Figur 2.3).

**Figur 2.3.** Haps-stationer ved Taarbæk Rev, H1, H2 og H3.



Placering og dybde for prøvetagningsstationerne fremgår af tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Position, dybde og antal delprøver for Haps prøvetagningen

Station	Længde(E)	Brede(N)	Dybde (m)	Antal prøver
H1	12°38,841	55°47,138	6,6	3
H2	12°38,258	55°47,230	6,8	2
H3	12°38,167	55°47,134	6,6	3

Blødbundsprøverne blev taget med en kernebundhenter (Haps) med diameter på 13,5 cm (areal: 0,0143 m<sup>2</sup>) se figur 2.4.

**Figur 2.4.** Kernebundhenter (Haps) anvendt til at indsamle blødbundsprøver.

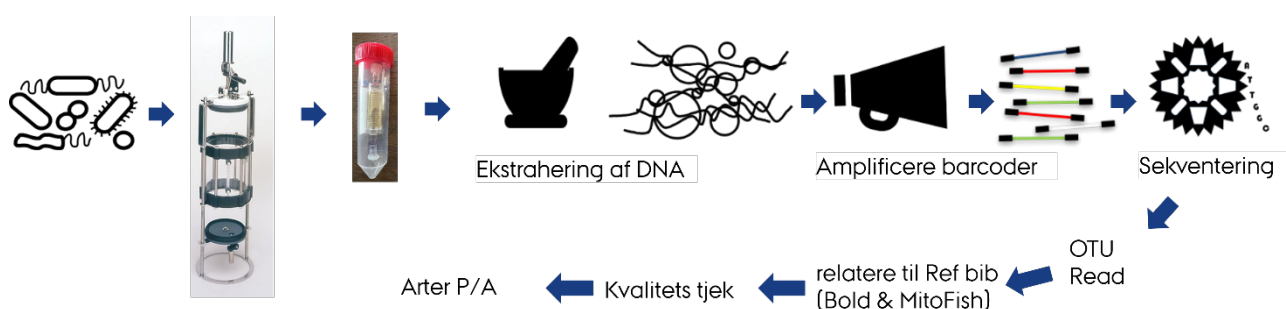


Prøverne blev sigtet med en 1 mm sigte, og sigterestten blev konserveret i 96% alkohol. Prøverne blev oparbejdet efter den tekniske anvisning for blødbundsfauna (TA- M19) med henblik på bestemmelse af artssammensætning, individantal og biomasse.

### 2.3 eDNA baseret artsopgørelse

Artslister for både bentiske og pelagiske arter blev opgjort ved analyse af eDNA på i alt 10 vandprøver indsamlet på i alt tre prøvetagningsstationer. Disse blev udvalgt til at repræsentere det påtænkte område for udlægning af sten samt omkringliggende arealer. Vandprøverne blev taget på station D1, D4 og D5 (se figur 2.1). Indsamlingsmetodikken og analyserne fulgte beskrivelsen i Staehr et al. (2022), TA M30 samt Tekniske anvisninger for eDNA-baseret overvågning af ikke-hjemmehørende marine arter (Knudsen et al. 2020). Kort fortalt blev der indsamlet vandprøver ca. 1 meter over havbunden med en vandhenter skyllet med vand fra lokaliteten. Prøverne blev filtreret gennem et Sterivex filter på skibets dæk umiddelbart efter prøvetagning og lagt på tøris og efterfølgende opbevaret ved -80°C. Der blev taget tre replikate prøver for D1 og D4 og fire replikater for D5. For at vurdere lagdeling af vandsøjlen, blev der på hver station udført vertikale profiler af vandsøjlen salinitet og temperatur.

DNA-materialet blev ekstraheret med det kommercielle kit DNeasy Blood & tissue kit (Qiagen) ifølge kittets protokol. Ved metabarcoding blev det ekstraherede DNA amplificeret med tre forskellige gruppespecifikke primere målrettet hhv. COI, 12S rRNA og 18 rRNA genområder i hhv. invertebrater, fisk og eukaryote organismer, og efterfølgende blev det amplificerede DNA sekventeret. Ved bioinformatisk analyse blev den relative forekomst og diversitet af forskellige slægter og arter derefter bestemt indenfor de tre organisme-grupper. Tidligere resultater (Staehr et al., 2022) viser, at det er optimalt at anvende disse tre forskellige primersæt. Figur 2.5 viser flowet i oparbejdning af artslistener baseret på eDNA monitoring.



**Figur 2.5.** Overblik over metode anvendt til oparbejdning af artslistener vha. eDNA (metabarcoding).

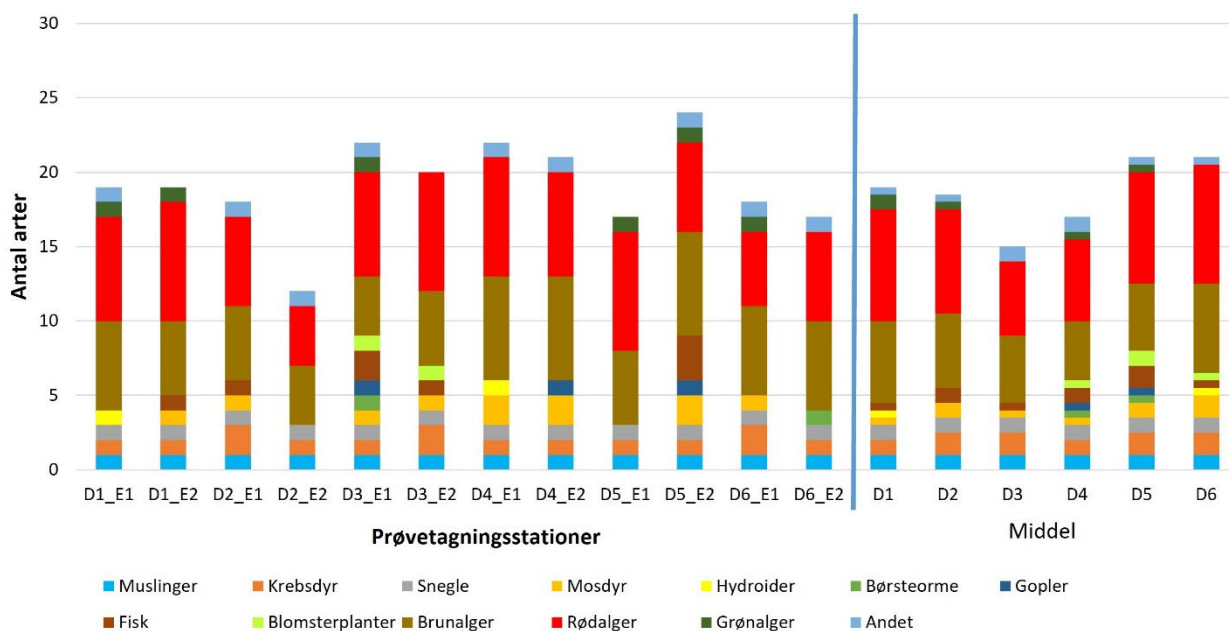
Kvalitetstjek af de rå artslistener omfattede fjernelse af taxa, som ikke var bestemt til artsniveau, og taxa med meget få reads (lidt DNA). Desuden valgte vi at fjerne mikroskopiske organismegrupper som plankton, bakterier og parasitter fra artslisten, da fokus for undersøgelsen var større marine arter knyttet til havbunden.

### 3 Resultater

Detaljerede artslister for de enkelte prøvetagningsmetoder fremgår af bilag 1. I det følgende vises resultaterne for biodiversitetsopgørelsen grafisk for de enkelte metoder. Herefter anvendes ordineringsplots til at visualisere mønstre i artssammensætningen og afslutningsvis opgøres forskellige mål for biodiversiteten for hver metode.

#### 3.1 Dykkerbaseret artsopgørelse

Dykkerbaserede artsopgørelser viste, at antallet af arter varierede mellem 12 og 24 per prøve. Variationen var størst på station D2. Ved at anvende delstationer som replikater, viser middelværdier for de 6 stationer, at der var mellem 15 og 22 arter per station og næsten alle artsgrupper var repræsenteret på alle stationer (Figur 3.1).

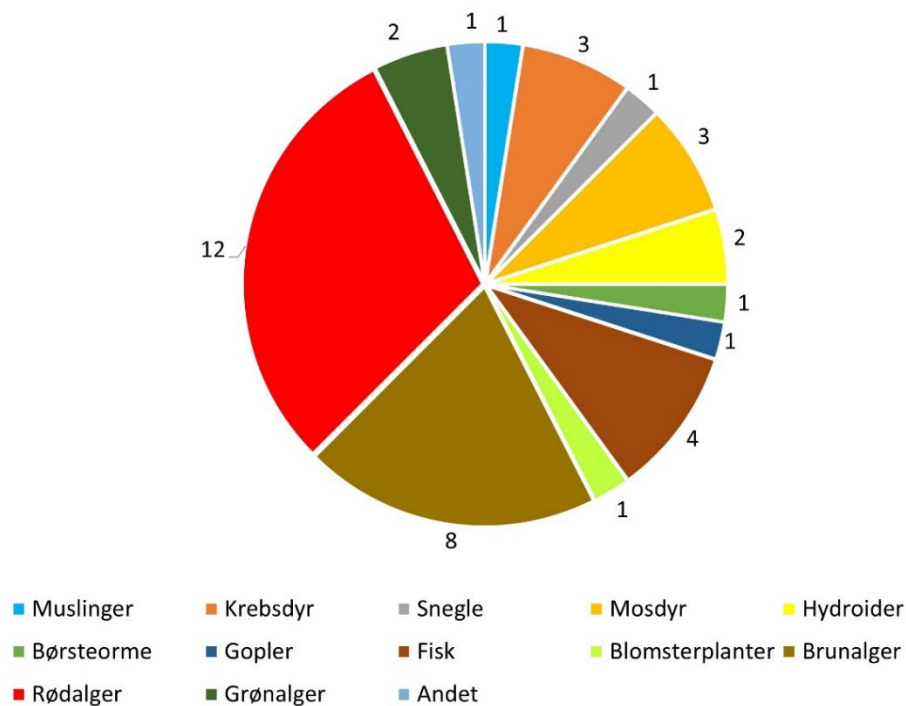


**Figur 3.1.** Antal arter fundet ved dykkerbaserede observationer på de forskellige lokaliteter (se figur 2.2). Arterne er grupperet ift. deres taksonomiske tilhørsforhold.

Samlet blev der baseret på dykkerobservationer detekteret 40 arter. Selvom der ikke var stor forskel i fordelingen af artsgrupper, var der en stor variation i hvilke arter, som blev fundet på de enkelte stationer.

Ved dykkerobservationer er det brunalger og rødalger, der dominerer, og de udgør halvdelen af de samlede artsfund. Den samlede fordeling af arter i de overordnede grupper ses i figur 3.2.

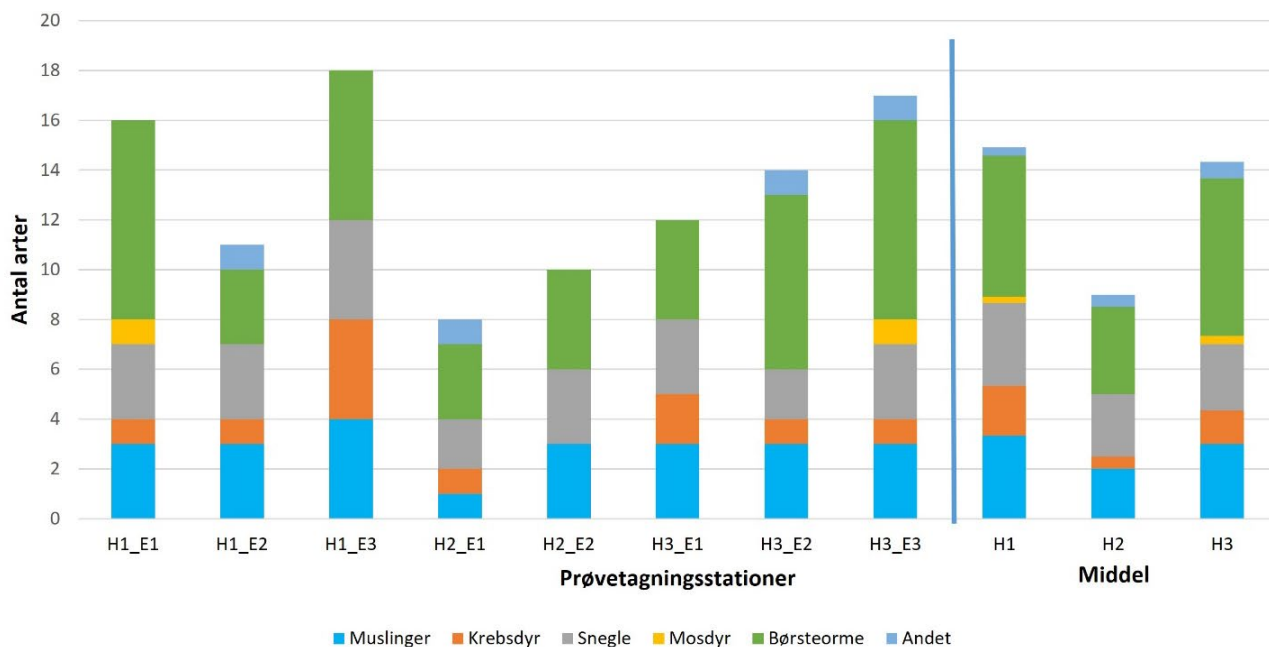
**Figur 3.2.** Fordeling af de 40 arter fundet ud fra dykkerbaserede observationer. Arterne er inddelt i overordnede taksonomiske grupper.



### 3.2 Haps baseret artsopgørelse

Haps (blødbund) baserede artsopgørelser viste, at antallet af arter varierede mellem 9 og 15 på de forskellige stationer, med størst variation på station H3 og det laveste antal i H2 stationer (Figur 3.3).

Sedimentsammensætningen i hapsprøverne var meget variabel bestående af sand, ral og grus med en lille andel af mudder (se appendix 1, Dahl et al 2022).

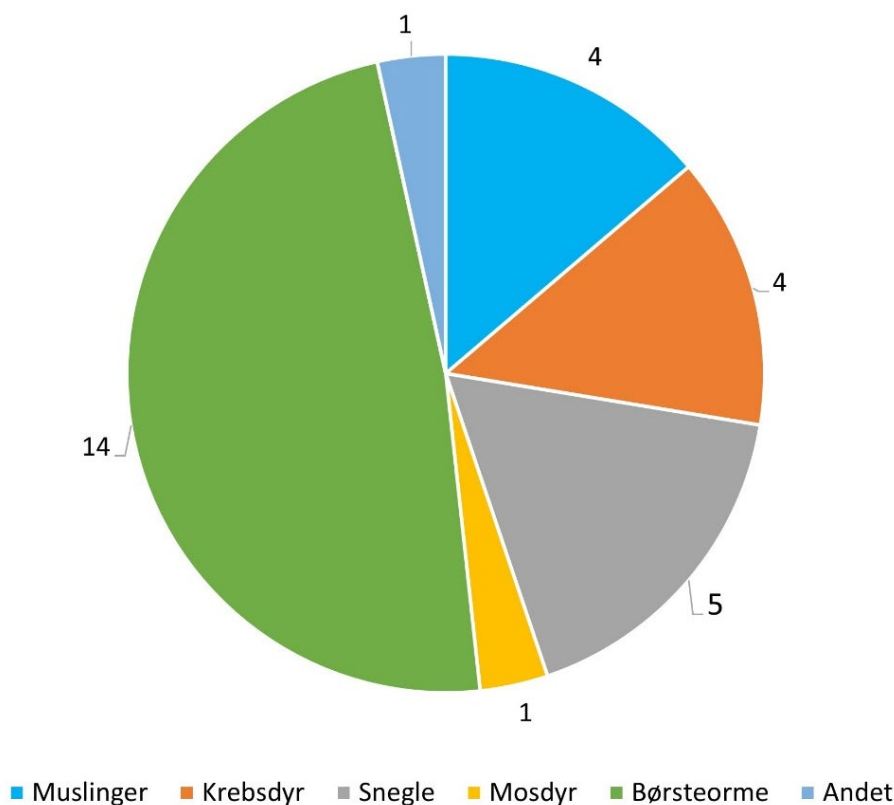


**Figur 3.3.** Antal arter fundet ved Haps blødbundsprøver på de forskellige lokaliteter (se figur 2.3). Arterne er grupperet ift. deres taksonomiske tilhørsforhold.

Samlet blev der fundet 29 forskellige taxa baseret på Haps prøver. Fordelingen i forskellige overordnede grupper ses i figur 3.4.

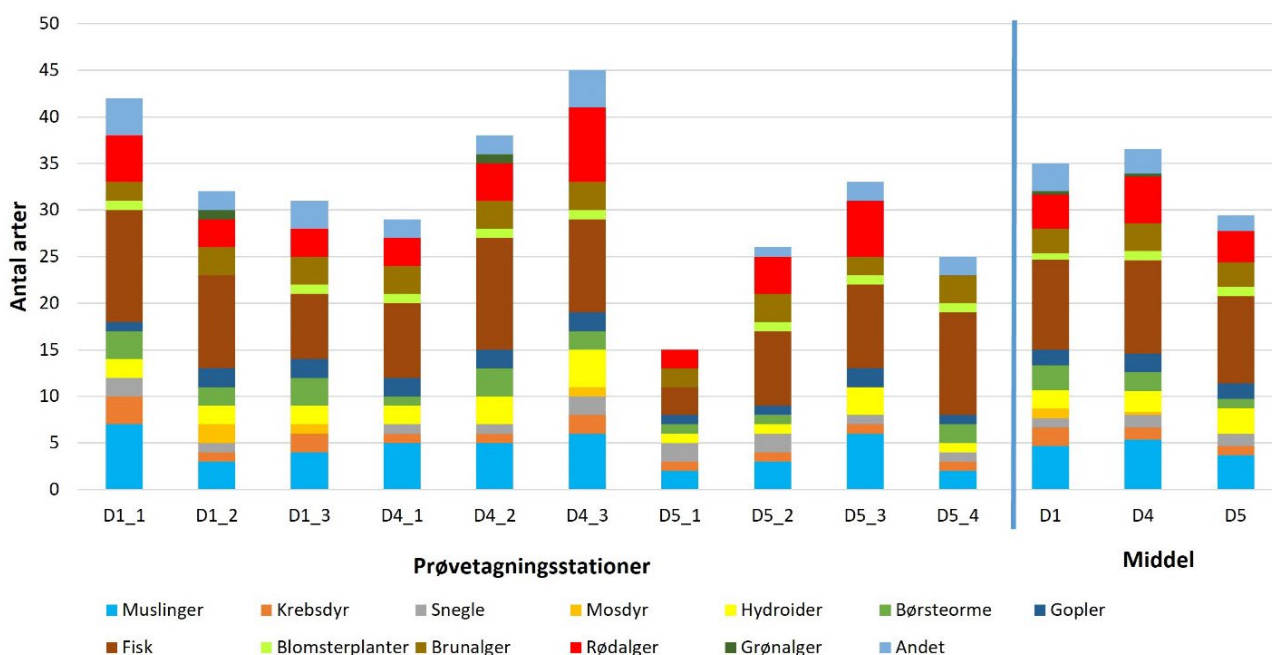


**Figur 3.4.** Fordeling af de 29 arter fundet ved Haps blødbundsprøvetagning. Arterne er opgjort ift. overordnede taksonomiske grupper.



### 3.3 eDNA baseret artsopgørelse

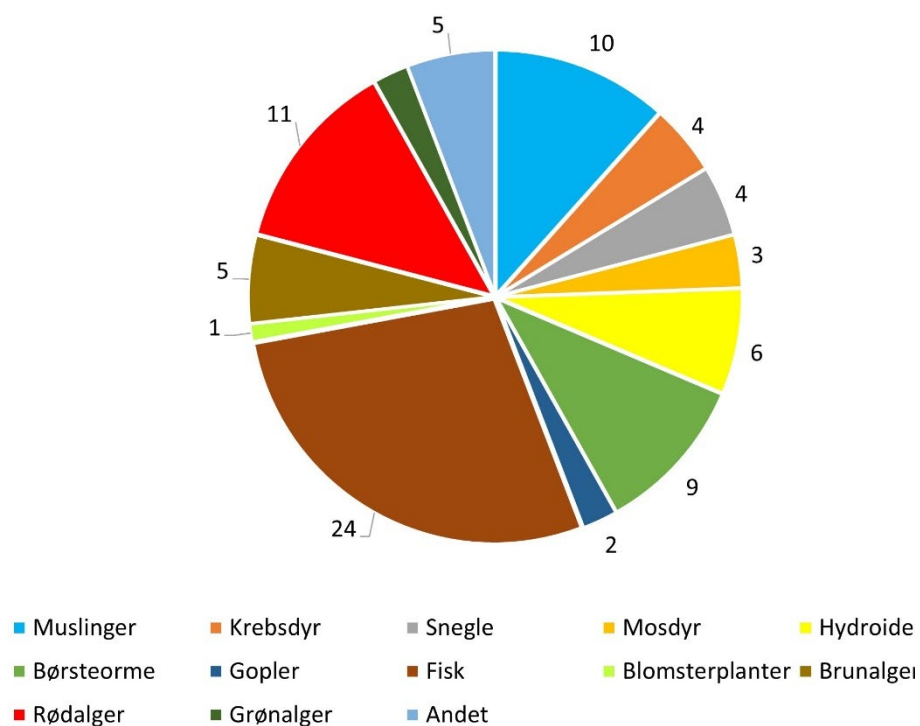
eDNA baserede artsopgørelser viste, at antallet af arter varierede mellem 15 og 45 på de forskellige stationer med størst variation på station D5, som i gennemsnit havde færre arter end de to øvrige stationer (Figur 3.5).



**Figur 3.5.** Antal arter fundet ved eDNA vandprøver på de forskellige lokaliteter (se figur 2.2). Arterne er grupperet ift. deres taksonomiske tilhørsforhold.

Samlet blev der vha. eDNA vandprøver detekteret 86 arter. Fordelingen i forskellige overordnede grupper ses i figur 3.6.

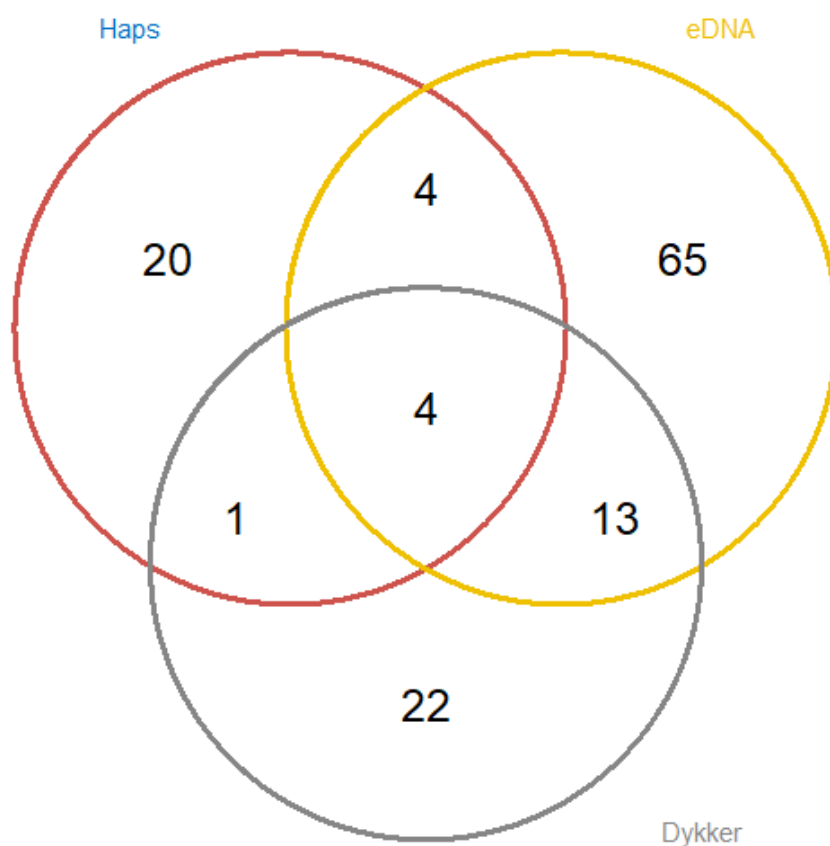
**Figur 3.6.** Fordeling af arter ift. overordnede taksonomiske grupper baseret på eDNA vandprøver. Gruppen "Andet" dækker over svampe, pighuder, søpunge og slimbændler.



### 3.4 Sammenligning af biodiversitet ved forskellige metoder

Overlappet i artsopgørelsen mellem de anvendte metoder (Dykkerbaseret, eDNA på vandprøver og Haps prøver) ses i figur 3.7.

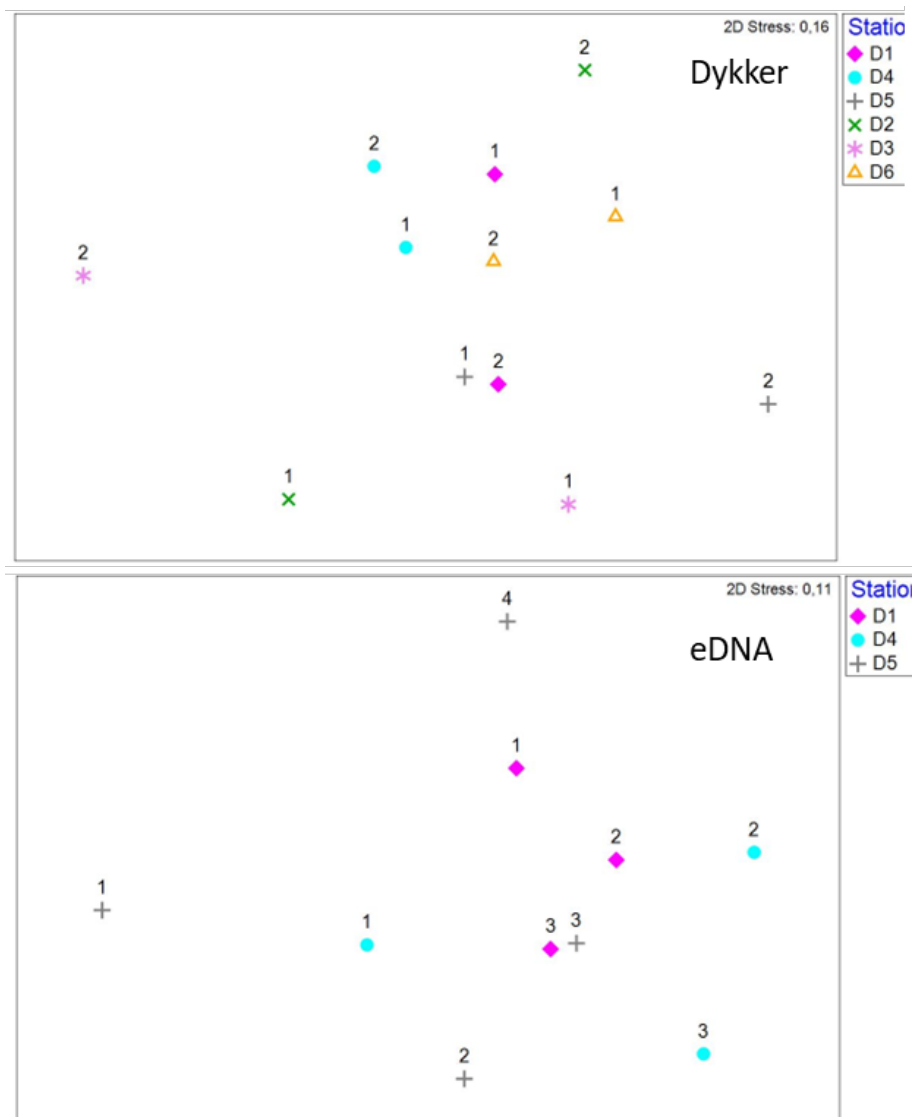
**Figur 3.7.** Overlap i arter identificeret i Taarbæk rev området med de tre anvendte metoder: eDNA fra vandprøver (metabarcoding), Haps blødbundsfauna, og dykkerbaserede observationer.



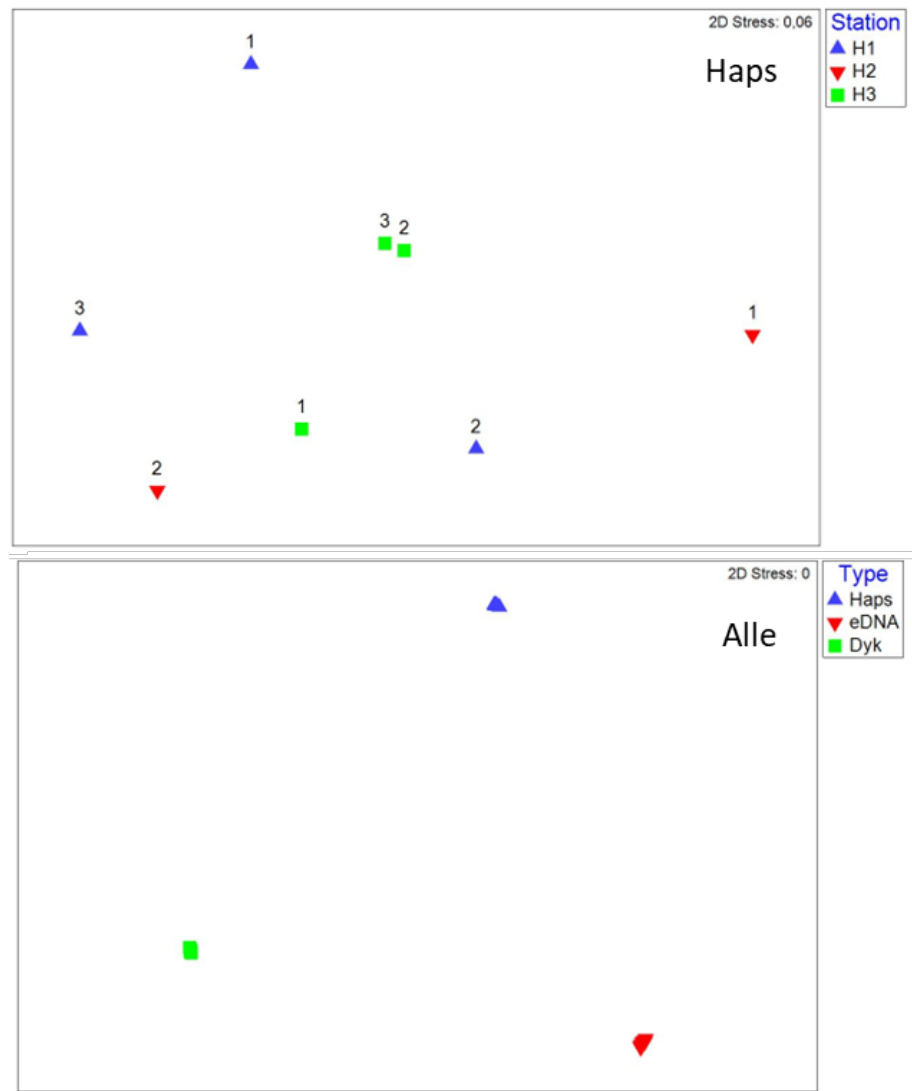
Der var et lille overlap mellem metoderne med kun fire ud af i alt 129 identificerede arter, som blev detekteret ved alle tre metoder. Disse fire arter var *Balanus* sp. (rur), *Carcinus maenas* (strandkrabbe), *Mytilus edulis* (blåmusling) og *Littorina littorea* (strandsnegl). Størst overlap ses som forventet mellem dykkerbaserede observationer og eDNA (17 arter til fælles), fulgt af eDNA og Haps (8 til fælles), og Haps og dykker (5 til fælles).

Til at dokumentere artssammensætningen har vi anvendt en ikke-parametriske multivariat ordinations teknik (nMDS). I figur 3.8 og 3.9 vises prøvetagningsstationernes fordeling for de tre anvendte metoder samt forskellen i metodernes opførelse af den samlede artsdiversitet.

**Figur 3.8.** Strukturen af arts-samfund i Taarbæk rev området bestemt ved dykkerbaserede observationer og eDNA fra vandprøver (metabarcoding). Tallene angiver replikate stationer.



**Figur 3.9.** Strukturen af arts-samfund i Taarbæk rev området bestemt ved tre metoder: blødbundsfauna (Haps), og ved sammenligning af alle metoder. Tallene angiver replikate stationer. Forskellen mellem replikater kan ikke ses ved sammenligning af alle tre metoder, da resultaterne fra disse overordnet er meget forskellige.



Ordinationsanalysen var baseret på tilstedeværelse/ikke-tilstedeværelse (P/A) data, og vi foretog derfor ingen transformation af data. Similariteten mellem prøvetagningsstationerne blev bestemt vha. Bray-Curtis similaritets indeks i Primer programmet (Clarke & Gorley 2015). Til at teste om der var signifikante forskelle i artssamfundet mellem stationerne, anvendte vi en ikke-parametrisk varians analyse (ANOSIM, Clarke & Gorley 2014).

Den statistiske (ANOSIM) analyse viste, at der ikke var signifikante forskelle ( $p > 0.05$ ) i artssammensætningen mellem prøvetagningsstationerne for nogen af de tre metoder. Dog var der en meget signifikant forskel i artssammensætningen mellem de tre metoder ( $p < 0.01$ ) (Fig. 3.9).

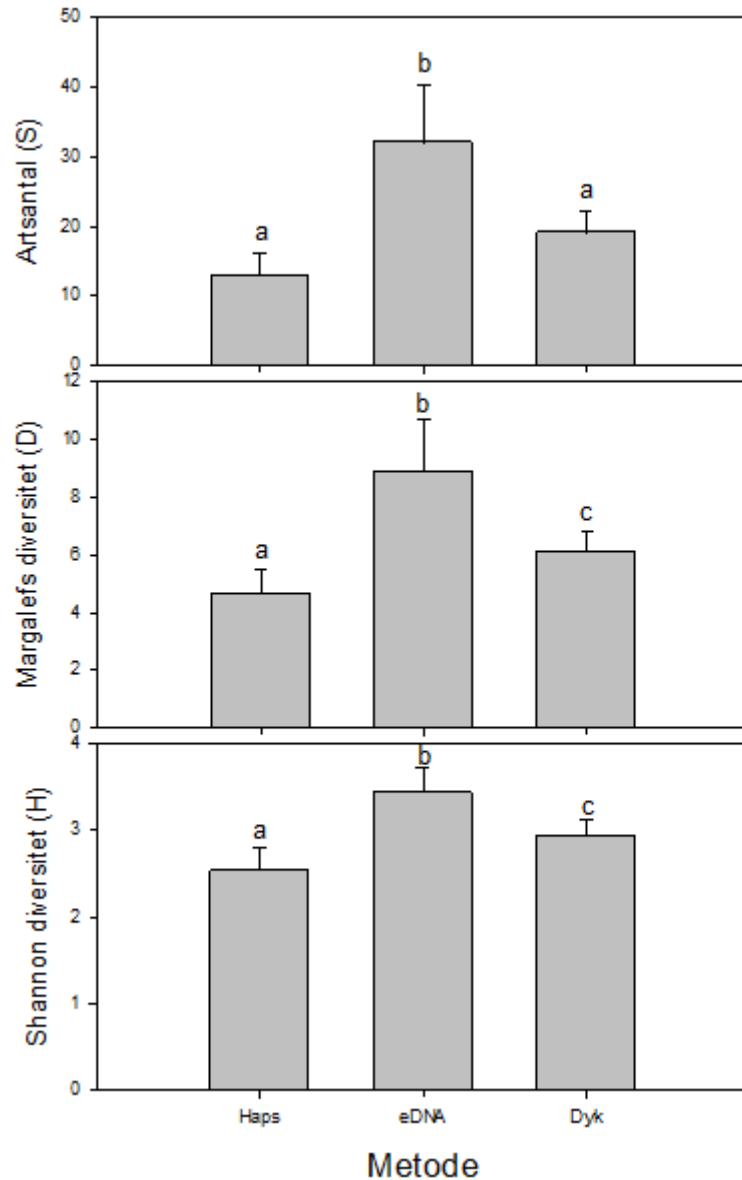
Tabel 3.1 sammenligner tre simple biodiversitetsmål for de tre anvendte metoder med information om variationen mellem prøvetagningsstationerne.

**Tabel 3.1.** Biodiversitet opgjort som artsantal (S), Magarlefs diversity (D) og Shannon diversitet (H).

Metode	Station	S	D	H
Dykker	Alle	19,1	6,1	2,9
	D1	19,0	6,1	2,9
	D2	15,0	5,2	2,7
	D3	21,0	6,6	3,0
	D4	21,5	6,7	3,1
	D5	20,5	6,4	3,0
	D6	17,5	5,8	2,9
eDNA	Alle	31,2	8,7	3,4
	D1	34,3	9,4	3,5
	D4	36,7	9,9	3,6
	D5	24,8	7,4	3,2
Haps	Alle	13,3	4,7	2,6
	H1	15,0	5,2	2,7
	H2	9,0	3,6	2,2
	H3	14,3	5,0	2,7

De overordnede forskelle mellem de anvendte metoder er vist i figur 3.10.

**Figur 3.10.** Sammenligning af simple biodiversitetsmål for de tre anvendte metoder. Usikkerheder er vist som 1 standard afvigelse. Bogstaverne a, b, c angiver om metoderne er forskellige (1-vejs ANOVA,  $p < 0.05$ ).



En-vejs ANOVA viste, at der er signifikant forskel mellem de tre metoder ( $p < 0.001$ ) for alle tre diversitetsmål. Eneste undtagelse var for artsantal hvor der ikke var forskel mellem Haps og Dyk (Se figur 3.10). Omvendt er der meget lille forskel imellem stationerne inden for hver metode.

### 3.5 Eksotiske arter

I resultaterne fra e-DNA-prøverne dukkede flere eksotiske arter op. De fleste af disse er potentielt helt nye for danske farvande. De eksotiske arter er vist i tabel 3.2 med en kort beskrivelse af deres kendte udbredelse og status.

**Tabel 3.2.** Liste over eksotiske arter fundet ved eDNA( metabarcoding ) på vandprøver indsamlet ved Taarbæk rev.

Art	Beskrivelse
<i>Pennaria disticha</i>	Hydroide art, der er blevet anset som værende en kosmopolitisk art, og som optræder invasiv i visse områder. Nyere studie tyder dog på, at det drejer sig om flere kryptogene arter.
<i>Aglaophenia struthionides</i>	Hydroide art, der er registreret langs den nordamerikanske vestkyst
<i>Perinereis aibuhitensis</i>	Havbørsteorm, der optræder i farvandet imellem Australien og Korea
<i>Musculus lateralis</i>	Musling, hjemmehørende i det vestlige Atlanterhav, blev registreret i svenske farvande i 2022
<i>Thylacodes adamsii</i>	Kalkrørsormlignende snegl fra Stillehavet
<i>Rathbunaster californicus</i>	Stor søsol, der er registreret i Stillehavet langs Nordamerikas vestkyst
<i>Botrylloides violaceus</i>	En art lædersøpung, der har bredt sig til mange farvande verden over, og som er klassificeret som invasiv. I Danmark blev den første gang registreret i Vadehavet i 2022
<i>Pungitius sinensis</i> (synonym <i>Pungitius kaibarae</i> )	Amur hundestejle, der kan hybridisere med den danske nipiggede hundestejle ( <i>Pungius pungius</i> ). Stammer fra det nordvestlige Stillehav.
<i>Clupea pallasii</i>	Stillehavssild, der kan hybridisere med den Atlantiske sildeart
<i>Limanda aspera</i>	Japansk ising, der er hjemmehørende i det nordlige Stillehav.
<i>Kareius bicoloratus</i>	Stenflynder, der er hjemmehørende i havet omkring Japan.
<i>Lobophora variegata</i>	Vifteformet brunalge, der er vidt udbredt i subtropiske- og tropiske farvande.
<i>Callithamnion pikeanum</i>	Fin trådformet rødalge, der er hjemmehørende i det Nordlige Stillehav langs den Nordamerikanske kyst.

## 4 Diskussion

Hovedformålet med dataindsamlingen var at kortlægge biodiversiteten i et område, hvor der planlægges at genoprette / restaurere et historisk stenrev. Data skal kunne anvendes til, at man over tid kan lave en sammenlignende undersøgelse og ud fra denne, vurdere om der er opnået en styrkelse af de ønskede mål med genopretningsprojektet. En oplagt målsætning er at øge biodiversiteten i området, vurderet ved antallet af arter knyttet til den hårde bund. Andre mål kan være større tæthed og udbredelse af de større flerårige makroalger samt revfisk og invertebrater knyttet til stenrevet.

Anvendelse af flere metoder som i dette studie gør det muligt at opnå en grundig indsigt i artssammensætning og fordeling i forskellige typer af habitater (hårdbund, blødbund og til dels pelagisk). Som forventet frembringer metoderne meget forskellige artslisters, da de i udgangspunktet indsamler information fra forskellige nicher i habitatet (Staeher et al. 2022). eDNA metabarcoding frembringer omfattende artslisters for både blødbund, hårdbund og pelagiske arter som plankton, gopler og fisk.

Haps og dykkerundersøgelserne repræsenterer med sikkerhed samfund, der findes på lokaliteten, mens eDNA kan være bragt til lokaliteten af havstrømmen fra andre områder (Staeher et al. 2022).

Det er interessant, at de fire arter som blev fundet vha alle tre metoder, er større fauna arter (rur, strandsnegl, strandkrabbe, blåmusling). Alle arter forekommer på overfladen af sedimentet og var derfor synlige for dykkeren og har givet vis afgivet eDNA til den ovenstående vandmasse. Derudover er der tale om almindeligt/hyppigt forekommende arter, alle med et veludviklet DNA referencebibliotek. Det er derfor ikke overraskende, at netop disse fire arter blev fundet ved alle tre metoder.

Dykkeropgørelsen har fokus på de større og mere synlige organismer og primært arter knyttet til den hårde bund. Haps prøverne derimod omfatter udelukkende blødbundsarter. Givet at det er svært at lave en grundig analyse alene ved brug af en metode, vil en kombination af metoder som i denne undersøgelse levere et nødvendigt supplement til en grundig biodiversitetsopgørelse.

Vi fandt en relativ lille og ikke signifikant variation i artsantal, artssammensætning og biodiversitetsmål indenfor hver metode i området. Dette kan tolkes som en repræsentativ prøveindsamling med tilstrækkelig antal stationer og replikater. Alternativt kan der være store usikkerheder ved de enkelte metoder, som gør det svært at detektere forskelle. Det kan derfor ikke udelukkes, at vi ved "kun" at analysere tilstedeværelse/ikke tilstedeværelse data (denne rapport) er gået glip af forskelle mellem delområderne, som er knyttet til forskelle i tæthed (%dækning, individantal, biomasse) og i mindre grad forskelle i observerede arter. En mere kvantitativ opgørelse blev dog foretaget for de dykkerbaserede observationer (se Dahl et al. 2022). Her var konklusionen ligeledes, at der var relativt små variationer i udbredelse og dækning af arter knyttet til havbunden i det nuværende system.

Vores indsamling blev gennemført i begyndelsen af sommeren, og hvis artsmonitoring var blevet udført på et andet tidspunkt af året – fx sensommeren, ville vi formentlig have opnået et andet billede af biodiversiteten i området.

Årsvariationerne er veldokumenteret for især makroalgerne, og de tekniske retningslinjer i den nationale overvågning anbefaler dataindsamling af makroalger om sommeren. Om sensommeren er det svært at identificere nogle arter pga overbegroning af hydroider, svampe og påbegyndende nedbrydning af algerne.

Ved anvendelse af eDNA (metabarcoding) fandt vi i lighed med undersøgelser i havne (Sapkota et al. 2023) og i Vadehavet (Stæhr et al. 2023) flere eksotiske ikke-hjemmehørende marine arter. Flere af arterne kan være nyfundne for Danmark, men eDNA kan være blevet transporteret langvejs fra, og da arterne også kan være tætbeslægtede med danske arter, kan fund også skyldes, at referencebiblioteket ikke er helt udbygget endnu og derfor behæftet med fejl.

Selvom vores studie af biodiversiteten omfattede flere metoder, bør man overveje om der er andre metoder som burde inddrages i fremtidige lignende undersøgelser. F.eks. kan tejn bidrage til at monitorere mobile faunagrupper som krabber og hummer (Andersen et al. 2022), og der er gode eksempler på anvendelse af videooptagelser til at monitorere fisk (Svendsen et al. 2022).

Ved genetablering af et større stenrev, vil man forventeligt påvirke biodiversiteten i området på flere måder. Dels ved at fremme arter knyttet til hårde substrater (makroalger, epifauna) og arter knyttet til huler (hummer, krabber og fisk). Samtidigt vil revet givetvis tiltrække fisk og muligvis havpattedyr (Svendsen et al. 2022, Wilms et al. 2021). Desuden kan man forvente at fremme af større mobile faunagrupper (krabber, søstjerner, søpindsvin, fisk, havpattedyr) vil have en påvirkning på fordeling og sammensætning af arter i den omkringliggende bløde bund. Så selvom formålet med genopretning af stenrev er at fremme biodiversiteten på selve stenrevet, bør man anvende metoder (fx Haps) til også at følge udviklingen på den omkringliggende bløde bund.

Vores samlede vurdering er, at det er muligt at få et godt indblik i artssammensætning og forskellige mål for biodiversiteten baseret på tilstedeværelse/ikke tilstedeværelse data, der har den fordel, at det er nemt at sammenligne data fra forskellige typer af prøvetagningsmetoder (eDNA, dyk, Haps). Vi vurderer derfor, at den valgte kombination af metoder og prøvetagningsdesignet (antal prøver og fordelingen af disse) leverer et godt datagrundlag til fremtidige opfølgende undersøgelser af biodiversiteten i området.



## 5 anbefalinger

Til at dokumentere udvikling i biodiversitet knyttet til marin naturgenopretning (her genetablering af stenrev) kan det anbefales at gentage den grundige biodiversitetsundersøgelse udført i dette studie. Undersøgelserne kan med fordel gentages over en årrække for at dokumentere hastigheden for indvandring samt øvrige ændringer i biodiversiteten. Under forudsætning af de nødvendige resurser kan man overveje at gennemføre kortlægning af biodiversiteten flere gange over året for at opnå en mere fyldestgørende dokumentation af biodiversiteten. Som minimum bør der gennemføres en grundig undersøgelse, når man forventer at systemet er fuldt etableret, hvilket erfaringsmæssigt kan tage op mod 10 år. I mellemtiden kan man overveje at gennemføre en årlig fotobaseret dataindsamling evt. ved brug af ROV for at kunne dokumentere udviklingen på revet og det omkringliggende område. I den forbindelse vil det være hensigtsmæssigt at monitere referenceområder, i form af de oprindelige revstrukturer i området. Undersøgelserne bør ideelt gennemføres i juni måned for at optimere sammenlignelighed med denne undersøgelse.

## 6 Bilag – artslister

### 6.1 Samlet artsliste baseret på metode

Klasse	Art	Habitat/levevis	eDNA	Dykning	Haps
Demospongiae	<i>Halichondria panicea</i>	Epifauna	X		
Scyphozoa	<i>Aurelia aurita</i>	Pelagisk	X	X	
Scyphozoa	<i>Aurelia</i>	Pelagisk	X		
Hydrozoa	<i>Hydrozoa</i>	Epifauna		X	
Hydrozoa	<i>Gonothyrea loveni</i>	Epifauna	X		
Hydrozoa	<i>Pennaria disticha</i>	Epifauna	X		
Hydrozoa	<i>Clava multicornis</i>	Epifauna	X		
Hydrozoa	<i>Sarsia lovenii</i>	Epifauna	X		
Hydrozoa	<i>Opercularella lacerata</i>	Epifauna		X	
Hydrozoa	<i>Aglaophenia struthionides</i>	Epifauna	X		
Hydrozoa	<i>Clytia hemisphaerica</i>	Epifauna	X		
Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>	Infauna	X		
Polychaeta	<i>Heteromastus filiformis</i>	Infauna	X		
Polychaeta	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	Infauna	X		
Polychaeta	<i>Arenicola marina</i>	Infauna	X	X	
Polychaeta	<i>Alitta succinea</i>	Infauna	X		X
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	Infauna	X		X
Polychaeta	<i>Lagis koreni</i>	Infauna	X		
Polychaeta	<i>Harmothoe</i>	Infauna	X		
Polychaeta	<i>Hediste</i>	Infauna	X		
Polychaeta	<i>Alitta virens</i>	Infauna			X
Polychaeta	<i>Eteone longa</i>	Infauna			X
Polychaeta	<i>Fabricia stellaris</i>	Infauna			X
Polychaeta	<i>Harmothoe imbricata</i>	Infauna			X
Polychaeta	<i>Marenzelleria</i>	Infauna			X
Polychaeta	<i>Pygospio elegans</i>	Infauna			X
Polychaeta	<i>Polychaeta</i>	Infauna			X
Polychaeta	<i>Scoloplos armiger</i>	Infauna			X
Polychaeta	<i>Streblospio benedicti</i>	Infauna			X
Oligochaeta	<i>Tubificoides benedii</i>	Infauna			X
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	Infauna			X
Bivalvia	<i>Acanthocardia tuberculata</i>	Infauna	X		
Bivalvia	<i>Mytilus edulis</i>	Epifauna	X	X	X
Bivalvia	<i>Mytilus sp.</i>	Epifauna	X		
Bivalvia	<i>Mytilus trossulus</i>	Epifauna	X		
Bivalvia	<i>Musculus lateralis</i>	Epifauna	X		
Bivalvia	<i>Cerastoderma glaucum</i>	Infauna	X		
Bivalvia	<i>Cerastoderma edule</i>	Infauna	X		X
Bivalvia	<i>Kurtiella bidentata</i>	Infauna			X
Bivalvia	<i>Mya arenaria</i>	Infauna	X		X

Bivalvia	<i>Parvicardium exiguum</i>	Infaua	X		
Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	Epifauna	X		
Gastropoda	<i>Bittium reticulatum</i>	Epifauna			X
Gastropoda	<i>Littorina littorea</i>	Epifauna	X	X	X
Gastropoda	<i>Hydrobia ulvae</i>	Epifauna			X
Gastropoda	<i>Rissoa membranacea</i>	Epifauna	X		
Gastropoda	<i>Rissoa parva</i>	Epifauna			X
Gastropoda	<i>Tritia reticulata</i>	Epifauna			X
Gastropoda	<i>Thylacodes adamsii</i>	Epifauna	X		
Gastropoda	<i>Littorina saxatilis</i>	Epifauna	X		
Polyplacophora	<i>Tonicella marmorea</i>	Epifauna			X
Crustacea	<i>Amphibalanus improvisus</i>	Epifauna	X		
Crustacea	<i>Balanus</i>	Epifauna	X	X	X
Crustacea	<i>Carcinus maenas</i>	Epifauna	X	X	X
Crustacea	<i>Crassikorophium bonellii</i>	Infaua			X
Crustacea	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	Infaua			X
Crustacea	<i>Palaemon</i>	Epifauna		X	
Crustacea	<i>Jaera albifrons</i>	Epifauna	X		
Nemertea		Infaua			X
Gymnolaemata	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	Epifauna		X	X
Gymnolaemata	<i>Electra pilosa</i>	Epifauna	X	X	
Gymnolaemata	<i>Einhornia crustulenta</i>	Epifauna		X	
Gymnolaemata	<i>Membranipora membranacea</i>	Epifauna	X		
Gymnolaemata	<i>Tricellaria</i>	Epifauna	X		
Astroidea	<i>Rathbunaster californicus</i>	Epifauna	X		
Astroidea	<i>Asterias rubens</i>	Epifauna	X	X	
Ascidacea	<i>Ciona intestinalis</i>	Epifauna	X		
Ascidacea	<i>Botrylloides violaceus</i>	Epifauna	X		
Teleostei	<i>Pomatoschistus flavescens</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Platichthys stellatus</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Gadus morhua</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Pomatoschistus pictus</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Pelagisk	X	X	
Teleostei	<i>Pleuronectes platessa</i>	Pelagisk	X	X	
Teleostei	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Pelagisk	X	X	
Teleostei	<i>Clupea harengus</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Pelagisk	X	X	
Teleostei	<i>Pungitius kaibarae</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Clupea pallasii</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Spinachia spinachia</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Ammodytes marinus</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Anguilla anguilla</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Scophthalmus maximus</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Sprattus sprattus</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Pomatoschistus microps</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Symphodus melops</i>	Pelagisk	X		
Teleostei	<i>Pholis gunnellus</i>	Pelagisk	X		

Teleostei	<i>Limanda aspera</i>	Pelagisk	X	
Teleostei	<i>Taurulus bubalis</i>	Pelagisk	X	
Teleostei	<i>Scomber scombrus</i>	Pelagisk	X	
Teleostei	<i>Nerophis ophidion</i>	Pelagisk	X	
Teleostei	<i>Kareius bicoloratus</i>	Pelagisk	X	
Phaeophyceae	<i>Brune skorper</i>	Makroalge brun		X
Phaeophyceae	<i>Chorda filum</i>	Makroalge brun		X
Phaeophyceae	<i>Scytosiphon lomentaria</i>	Makroalge brun	X	
Phaeophyceae	<i>Pylaiella littoralis</i>	Makroalge brun	X	
Phaeophyceae	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	Makroalge brun		X
Phaeophyceae	<i>Desmarestia viridis</i>	Makroalge brun	X	X
Phaeophyceae	<i>Mesogloia vermiculata</i>	Makroalge brun		X
Phaeophyceae	<i>Saccharina lattissima</i>	Makroalge brun		X
Phaeophyceae	<i>Sphacelaria</i>	Makroalge brun		X
Phaeophyceae	<i>Himanthalia elongata</i>	Makroalge brun	X	
Phaeophyceae	<i>Vertebrata fucoides</i>	Makroalge brun		X
Phaeophyceae	<i>Lobophora variegata</i>	Makroalge brun	X	
Florideophyceae	<i>Røde skorper</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Callithamnion pikeanum</i>	Makroalge rød	X	
Florideophyceae	<i>Ceramium virgatum</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Ceramium</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Coccotylus brodiei</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Chondrus crispus</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Delesseria sanguinea</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Leptosiphonia fibrillosa</i>	Makroalge rød	X	X
Florideophyceae	<i>Gaillona seposita</i>	Makroalge rød	X	
Florideophyceae	<i>Leptosiphonia flexicaulis</i>	Makroalge rød	X	
Florideophyceae	<i>Dumontia contorta</i>	Makroalge rød	X	X
Florideophyceae	<i>Callithamnion corymbosum</i>	Makroalge rød	X	
Florideophyceae	<i>Rhodomela confervoides</i>	Makroalge rød	X	X
Florideophyceae	<i>Polysiphonia</i>	Makroalge rød	X	
Florideophyceae	<i>Polysiphonia elongata</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Polysiphonia stricta</i>	Makroalge rød		X
Florideophyceae	<i>Dasysiphonia japonica</i>	Makroalge rød	X	
Florideophyceae	<i>Scinaia</i>	Makroalge rød	X	
Florideophyceae	<i>Acrochaetium humile</i>	Makroalge rød	X	
Ulvophyceae	<i>Cladophora vagabunda</i>	Makroalge grøn	X	
Ulvophyceae	<i>Cladophora</i>	Makroalge grøn		X
Ulvophyceae	<i>Bryopsis hypnoides</i>	Makroalge grøn		X
Ulvophyceae	<i>Ulva linza</i>	Makroalge grøn	X	
Magnoliopsida	<i>Zostera marina</i>	Blomsterplante	X	X
		Samlet antal arter	86	40
				29

## 6.2 Haps – blødbundsfaunadata (arter, antal og biomasse)

Stations nummer	H1-1		H1-2		H1-3		H2-1	
	An-tal	våd-vægt(g)	An-tal	våd-vægt(g)	An-tal	våd-vægt(g)	An-tal	våd-vægt(g)
<b>Polychaeta</b>								
<i>Alitta succinea</i>	3	0,14467	4	0,09041				
<i>Alitta virens</i>					1	1,1761		
<i>Capitella capitata</i>							2	0,0001
<i>Eteone longa</i>	2	0,00172						
<i>Fabricia stellaris</i>								
<i>Harmothoe imbricata</i>	2	0,00694			2	0,00447		
<i>Marenzelleria sp.</i>	1	0,00001						
<i>Pygospio elegans</i>					2			
<i>Polychaeta</i>			1	0,00001				
<i>Scoloplos armiger</i>	1	0,00809					1	0,02934
<i>Streblospio benedicti</i>	10	0,00133						
<b>Bivalvia</b>								
<i>Cerastoderma edule</i>			3	0,09284	6	0,10944		
<i>Kutiella bidentata</i>	1	0,00113			2	0,00323		
<i>Mya arenaria</i>	4	0,01796	4	0,10754	1	0,03934		
<i>Mytilus edulis</i>	47	21,92	25	1,54472	82	8,9336	5	0,02046
<b>Gastropoda</b>								
<i>Bittium reticulatum</i>	1	0,00401			1	0,0033		
<i>Rissoa parva</i>								
<i>Hydrobia ulvae</i>	19	0,02272	13	0,01184	7	0,01199	44	1,03131
<i>Littorina litorea</i>	1	2,8621	5	0,2211	2	0,4635	1	0,002
<i>Tonicella marmorea</i>					1	0,05084		
<i>Tritia reticulata</i>			2	0,895	1	0,6871		
<b>Crustacea</b>								
<i>Balanus sp.</i>	17	0,3401			23	0,4611		
<i>Carcinus maenas</i>								
<i>Crassikorophium bonellii</i>					1	0,00072		
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>			1	0,0004	5	0,03519	1	0,00338
<b>Andet</b>								
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	1	0,0091						
<i>Nemertea</i>			1	0,00231			1	0,01648
<i>Tubificoides benedii</i>	12	0,0072	3	0,00009	10	0,00669	30	0,05339
<i>Oligochaeta</i>	10	0,00444			1			

Stations nummer	H2-2		H3-1		H3-2		H3-3	
	An-tal	våd-vægt(g)	An-tal	våd-vægt(g)	An-tal	våd-vægt(g)	An-tal	våd-vægt(g)
<b>Polychaeta</b>								
<i>Alitta succinea</i>			2	0,2834	2	1,1967	2	0,12276
<i>Alitta virens</i>								
<i>Capitella capitata</i>								
<i>Eteone longa</i>					4	0,01812	1	0,00272
<i>Fabricia stellaris</i>	1	0,01233						
<i>Harmothoe imbricata</i>			2	0,00517	2	0,00627	1	0,00431
<i>Marenzelleria sp.</i>								
<i>Pygospio elegans</i>	2	0,04083	2		6		3	0,00059
<i>Polychaeta</i>								
<i>Scoloplos armiger</i>					1	0,03336	2	0,03013
<i>Streblospio benedicti</i>					2		1	
<b>Bivalvia</b>								
<i>Cerastoderma edule</i>	4	0,1614	2	0,11289	5	0,06638	10	0,23806
<i>Kutiella bidentata</i>								
<i>Mya arenaria</i>	5	0,2096	1	0,03893	3	0,0773	5	0,39888
<i>Mytilus edulis</i>	5	0,1579	41	0,51551	53	1,1338	85	1,85029
<b>Gastropoda</b>								
<i>Bittium reticulatum</i>	2	0,003						
<i>Rissoa parva</i>			2	0,00557			2	0,00382
<i>Hydrobia ulvae</i>	28	0,0409	8	0,00823	13	0,01326	32	0,03547
<i>Littorina littorea</i>	3	0,1395	5	1,61188	3	0,01481	2	0,02591
<i>Tonicella marmorea</i>								
<i>Tritia reticulata</i>								
<b>Crustacea</b>								
<i>Balanus sp.?</i>								
<i>Carcinus maenas</i>			1	1,5232				
<i>Crassirophium bonellii</i>								
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>			1	0,00347	5	0,00893	1	0,00057
<b>Andet</b>								
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>							1	
<i>Nemertea</i>					1	0,00438	1	0,04014
<i>Tubificoides benedii</i>	11	0,0078	13	0,00729	9	0,00494	12	0,00178
<i>Oligochaeta</i>	2	0,00592					1	0,001

## 7 Referencer

Andersen J.H., Kallenbach E., Kjeldgaard M.B., Knudsen S.W., Eikrem W., Fagerli C., Oug E., Dahle T., Thaulow J., Gitmark J., Hobæk A., Green N., Hesselsøe M., Bekkevold D., Jacobsen L.M.W., Kuhn J., Støttrup J., Møller P.R., Olesen C.Aa, Carl H. & Stuer-Lauridsen F. (2022). A baseline study of the occurrence of non-indigenous species in Danish harbours. NIVA Danmark Report, 83 pp. ISBN 978-82-577-7505-6. No 7769-2022

Andersen, N.R., Stæhr, P.A.U., Andersen, K.R., Buur, H., Jakobsen, H.H., Winding, A. & Sapkota, R. (2023). Havneovervågning af ikke-hjemmehørende arter 2021 - Havstrategiens deskriptor 2. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 534. [Havneovervågning af ikke-hjemmehørende arter 2021 - Havstrategiens deskriptor 2 \(au.dk\)](https://dce2.au.dk/pub/TR255.pdf)

Carl, H. & Møller, P.R. 2019. Nipigget hundestejle. I: Carl, H. & Møller, P.R. (red.). Atlas over danske saltvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum. Online-udgivelse, december 2019

Clarke, K. R., and R. N. Gorley. "Getting started with PRIMER v7." PRIMER-E: Plymouth, Plymouth Marine Laboratory 20.1 (2015).

Clarke, K. R., Gorley, R. N., Somerfield, P. J., & Warwick, R. M. (2014). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.

Dahl, K. & Göke, C. (2021). Naturgenopretning af stenrev i Øresundsregionen - en identifikation af mulige lokaliteter. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - Teknisk rapport nr. 200 <http://dce2.au.dk/pub/TR200.pdf>

Dahl, K., Stæhr, P.A.U., Buur, H. & Göke, C. (2022). Biologiske undersøgelser på Taarbæk Rev. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 42 s. - Teknisk rapport nr. 255. <http://dce2.au.dk/pub/TR255.pdf>

GBIF.org (2023), GBIF Home Page. Available from: <https://www.gbif.org> [1 november 2023].

Göke, C., & Dahl, K. (2022). Reetablering af stenrev på Taarbæk Rev. <https://dce2.au.dk/pub/TR256.pdf>

<https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/31237>

M.D. Guiry in Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 23 November 2021. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 01 November 2023

Knudsen, S.W., J.H. Andersen, D. Bekkevold, M. Hesselsøe, S.K.S. Jensen & P.R. Møller, 2020. Tekniske anvisninger for eDNA-baseret overvågning af ikke-hjemmehørende arter. NIVA Danmark rapport, 43 sider. ISBN: 978-82-577-7190-4.

Sapkota, R., Winding, A., Stæhr, P.A.U., Andersen, N.R., Buur, H., Hablutzel, P. (2023). Use of metabarcoding to detect non-indigenous species in Danish

harbours: Methods comparison. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 30 pp. Technical Report No. 267 <https://dce2.au.dk/pub/TR267.pdf>

Stæhr, P. A. U., K. Dahl, H. Buur, C. Göke, R. Sapkota, A. Winding, M. Panova, M. Obst and P. Sundberg, 2022. "Environmental DNA Monitoring of Biodiversity Hotspots in Danish Marine Waters." *Frontiers in Marine Science* 8(1993).

Stæhr, P.A.U., Andersen, N.R., Andersen, K.R., Buur, H., Jakobsen, H.H., Larsen, J., Maar, M., Sapkota, R., Schourup-Kristensen, V., Zimmer, K., & Winding, A. (2023). Identification, dispersal, and possible mitigation responses for non-indigenous species in the Danish Wadden Sea area. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 72 pp. Scientific Report No. 547. [SR547.pdf \(au.dk\)](#).

Svendsen, J. C., Kruse, B. M., Wilms, T., Dahl, K., Buur, H., Andersen, O. G. N., Bertelsen, J. L., & Kindt-Larsen, L. (2022). The importance of reef habitats for fish, harbor porpoise and fisheries management. DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No. 371-2020.

Wilms, T. J., Norðfoss, P. H., Baktoft, H., Støttrup, J. G., Kruse, B. M., & Svendsen, J. C. (2021). Restoring marine ecosystems: Spatial reef configuration triggers taxon-specific responses among early colonizers. *Journal of Applied Ecology*, 58(12), 2936-2950.

WSP (2022). Geologisk undersøgelse med henblik på reetablering af stenrev ved Taarbæk Rev. projekt nr.: 3672100232. Miljøstyrelsen.





# BENTISK BIODIVERSITET VED TAARBÆK REV

## Forundersøgelse ved dykker, haps og eDNA prøver

Rapporten sammenfatter resultaterne fra en opgørelse af biodiversiteten i området "Taarbæk rev" indsamlet i forbindelse med en biologisk forundersøgelse til udpegning af et egnet område til genopretning af et stenrev.

Artsopgørelserne omfatter dykker baserede artsidentifikationer, eDNA metabarcoding og Haps prøver på den bløde bund.