



BILAG 11

BUNDFAUNA

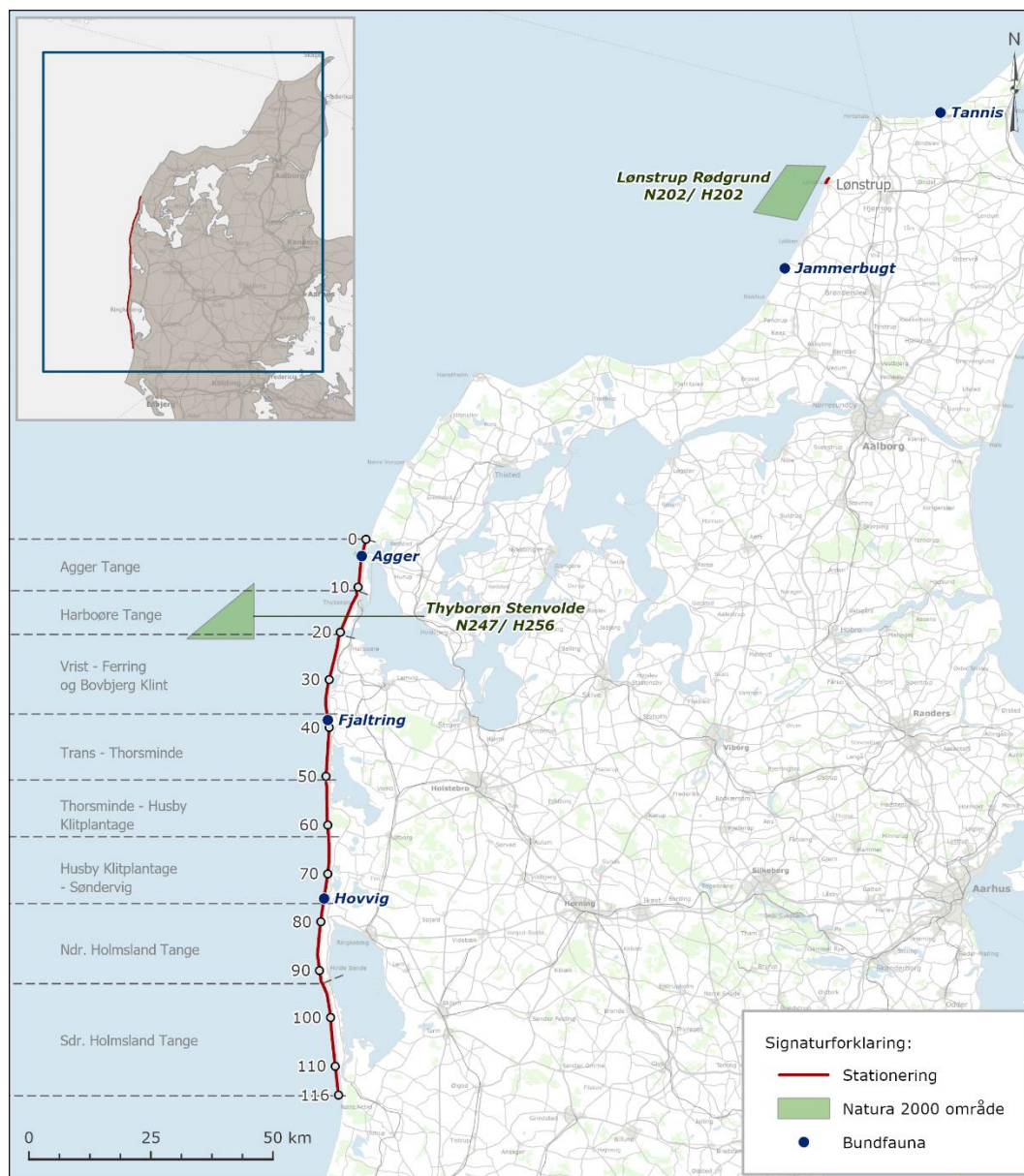
Lodbjerg-Nymindesø

1. METODEBESKRIVELSE

1.1 Eksisterende data

Bundfauna

Beskrivelsen af eksisterende forhold tager udgangspunkt i eksisterende viden omkring bundfauna på lavt vand (0-10 m) langs Vestkysten. Eksisterende data omfatter tre datasæt fra Miljøstyrelsen (Jammerbugten, Tannis Bugt og Houvig), og to datasæt fra DTU Aquas undersøgelser af sandfodringseffekter ved Agger Tange og Fjaltring, se Figur 1-1 og Tabel 1-1.



Figur 1-1. Kort over stationer for de fem datasæt.

Information omkring de eksisterende data sæt er listet i Tabel 1-1.

Tabel 1-1. Nøgletal for de fem datasæt for bundfauna på lavt vand (0-10 m) ved Vestkysten. Data indhentet fra Miljøstyrelsen og DTU Aqua.¹ Efter 2010 blev indsamlingen af prøver ændret til 42 prøver og indsamlingen på 4 og 6 m ophørte.² I 1998 blev prøverne indsamlet 18. november.

Datasæt	Stationsnavn/nr.	År	Sæson	Dybde (m)	Antal prøver pr dybde	Areal (m ²) pr. prøve	Kommentar
Jammerbugten	1104, 1106, 1110	1986-2015	12 april-9 juni	4, 6, 10	20 (HAPS) 42 ¹ (HAPS)	0,0143	
Tannis Bugt	2204, 2206, 2210	1986-2015	3 april-9 juni 18 november ²	4, 6, 10	20 (HAPS)	0,0143	
Houvig	Houvig transekt	2004	29 juli	4	3 (VAN VEEN)	0,1	
DTU Aqua Agger Tange	F (sandfodret) R1 og R2 reference	2002-2004	24 maj-1 juni 3-9 september	1-4, 4-7	5 sedimentprøver pr dybde 5 bundfaunaprøver i 2002 pr dybde 10 bundfaunaprøver i 2003 og 2004 pr dybde	0,0143	R2 ikke ægte reference da sandfodret
DTU Aqua Fjaltring	F (sandfodret) R1 og R2 reference	2002-2004	23 maj – 3 juni 3-5 september	1-4, 4-7	5 sedimentprøver pr dybde 5 bundfaunaprøver i 2002 pr dybde 10 bundfaunaprøver i 2003 og 2004 pr dybde	0,0143	R2 ikke ægte reference da sandfodret

DTU Aquas data stammer fra en undersøgelse af sandfodringseffekter ved Agger Tange (hovedstrækning 1, Agger Tange) og Fjaltring (reelt hovedstrækning 3, Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint). Forsøget er udført som et BACI-design (Before/After/Control/Impact), hvilket vil sige, at området undersøges før og efter påvirkningen fra sandfodringen og sammenlignes forandringer med forholdene i referenceområder, som ikke påvirkes. Station F = fodret lokalitet, Station R1 = reference lokalitet uden påvirkning fra sandfodring, R2 = en reference lokalitet med samme grad af påvirkning fra tidligere fodringer som F. Det skal bemærkes, at der både blev sandfodret på F stationen og R2 stationen i forsøgsperioden. R2 stationen er derfor ikke en ægte referencestation. Undersøgelsen omfattede tre årlige togter og tre prøvetagninger pr år i maj, juli og september i årene 2002, 2003 og 2004. Prøverne blev taget indenfor to forskellige dybdeintervaller: 1-4 m og 4-7 m. Der blev taget fem sedimentprøver på hvert dybdeinterval på hvert togt/prøvetagning. Der blev ligeledes taget fem bundfaunaprøver på hvert dybdeinterval på hvert togt/prøvetagning i 2002, og ti bundfaunaprøver for hvert dybdeinterval i 2003 og 2004.

Prøverne for henholdsvis F, R1 og R2 er grupperet i behandlingen af data indsamlet af DTU Aqua men er holdt adskilt i forhold til de to undersøgte dybdeintervaller. Det samlede prøveareal som anvendes, er således baseret på 15-30 hapsprøver. I forhold til eksisterende forhold anvendes data fra 23. maj til 3. juni, hvor antallet af prøver er: Agger - 2002:15/15, 2003: 30/30, 2004:

20/30 og Fjaltring – 2002:20/20, 2003:30/30, 2004 30/30 (1-4 m/4-7 m). DTU Aquas data er derfor angivet for maj i figurerne under eksisterende data for sammenlignelighed med prøvetagningen på Miljøstyrelsens stationer (april-juni). I forhold til at sammenligne med feltdataene fra oktober 2018 anvendes DTU Aquas data fra 3-9 september. I september er antallet af prøver: Agger – 2002:20/20, 2003:30/30, 2004:30/30 og Fjaltring – 2002:15/15, 2003:30/30, 2004:30/30 (1-4 m/4-7 m). Dette er vigtigt, når der ses på antal arter, mens antal individer for alle prøver er omregnet til pr m².

Data fra Miljøstyrelsen er frem til 2010 baseret på 20 prøver pr. dybde (4, 6 og 10 m), hvorimod nærværende undersøgelse har 21 i hvert af de undersøgte prøvetagningsområder fordelt på hele kystprofilen (0,5–8 m). Forskellen bør medtages, når der vurderes på antallet af arter i forhold til nærværende studie, mens beregninger af antal individer er regnet om pr. m² for alle datasæt. Fra 2010 og frem er der indsamlet 42 prøver på 10 m dybde, mens indsamling på 4 og 6 m er ophørt. Det højere antal arter i de 42 prøver på 10 m dybde i årene fra 2010 og frem i forhold til tidsserien fra før 2010 indikerer, at artsdiversiteten ikke bliver dækket ved blot 20 prøver pr. dybde.

Prøverne fra Jammerbugten og Tannis Bugten er indsamlet 23. maj til 3. juni, på nær i 1998 hvor de er indsamlet 18. november. Prøverne fra Houvig er indsamlet i et år den 29. juli 1998.

1.2 Feltundersøgelser i 2018

Der blev foretaget feltindsamling af bundfaunaprøver og prøver til måling af kornstørrelsesfordelingen (fysik) i sedimentet i fire prøvetagningsområder langs strækningen ved Lodbjerg - Nymindegab (Figur 1-3). Indsamling af de dybere prøver (>2,5 m dybde) blev foretaget fra 10. til 11. oktober fra M/S Anette Christina. Prøverne på lavt vand blev taget fra land (0,5-1,5 m dybde) fra den 29. til 30. oktober 2018.

Prøvetagning af bundfauna blev udført vha. en Haps-bundhenter med vibratorenhed, med en indvendig rørdiameter på 13,5 cm, dækkende et areal på 1/70 m² (ca. 0,015 m²). Der blev indsamlet 21 bundfaunaprøver samt 21 prøver til analyse for kornstørrelser og glødetab i hvert af de fire prøvetagningsområder. 21 prøver er valgt ud fra den forventede relationen mellem antallet af arter og antallet af prøver. I den kystnære zone forventes 21 prøver at være et tilstrækkeligt antal prøver til at belyse forekomsten af de vigtigste/hyppigste arter i de enkelte prøvetagningsområder på deltrækningerne (erfaring fra kystnære prøver, 4 m, i Skagerrak).



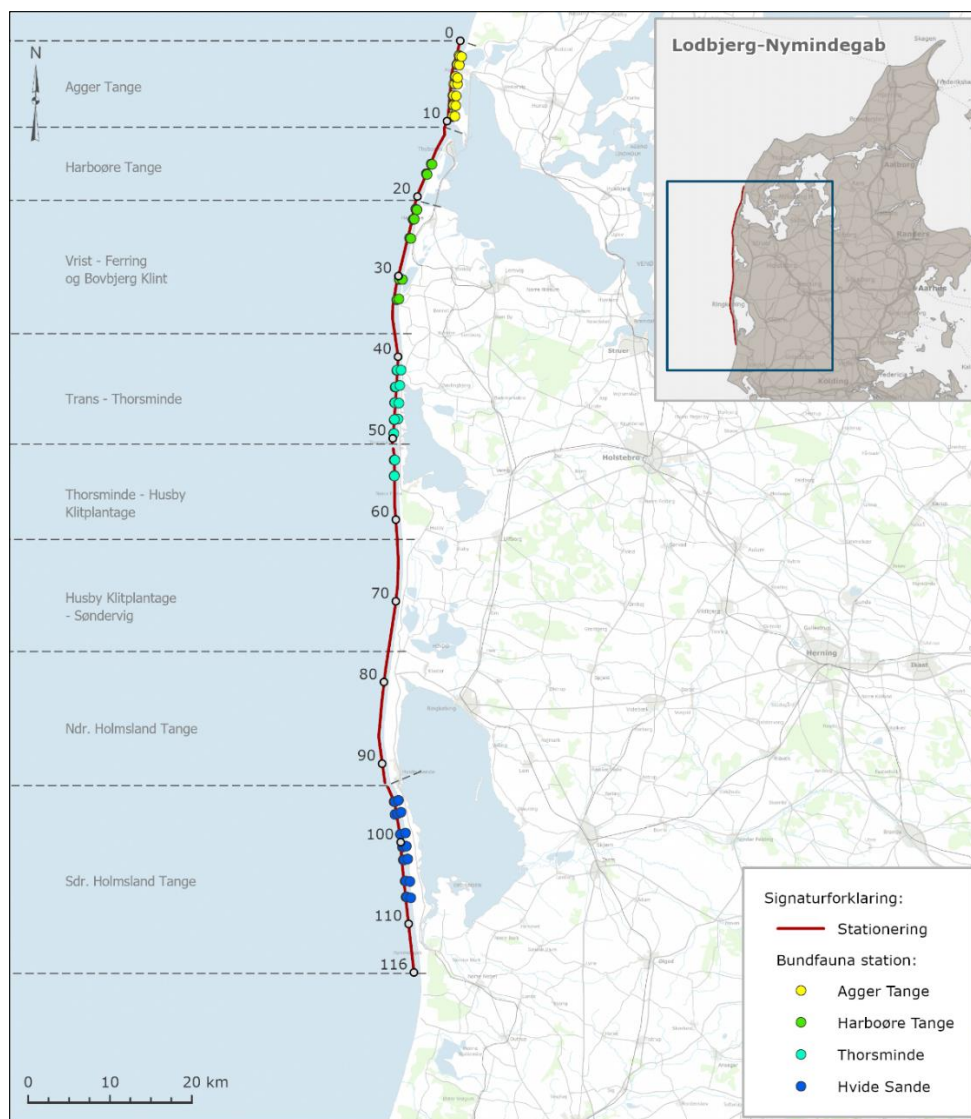
Figur 1-2. Strækningen ved Lodbjerg - Nymindesgab med angivelse af hoved- og delstrækninger.

Der er udlagt fire prøvetagningsområder strækningen Lodbjerg – Nymindegab: (Figur 1-3):

- Agger Tange – hovedstrækning 1
- Harboøre Tange – hovedstrækning 2 og 3
- Thorsminde Tange – hovedstrækning 4 og 6
- Hvide Sande – hovedstrækning 8

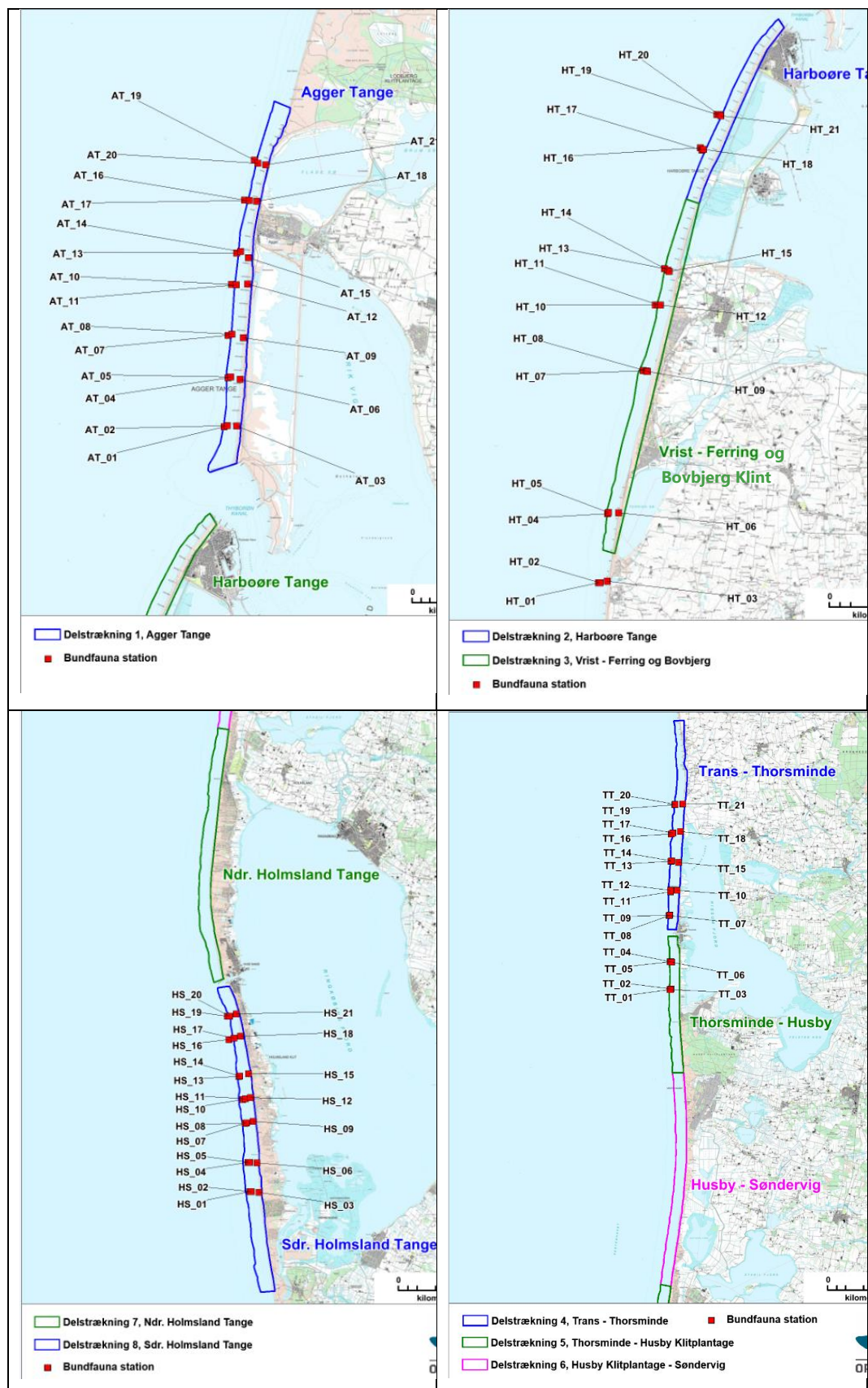
Prøvetagningsområderne ved Harboøre Tange og Thorsminde overlappede to hovedstrækninger (Figur 1-3).

De fire prøvetagningsområder er placeres ud fra den eksisterende viden om sedimentforhold, strømforhold den kroniske erosion af hovedstrækningen¹ samt tid siden sidste fodring har pågået (>2 år), så de bedst muligt kan anvendes til at vurdere forholdene på alle otte hovedstrækninger. Prøvetagningsområderne blev derfor udvalgt, så de var repræsentative for de fysiske forhold på alle otte hovedstrækninger.



Figur 1-3. Figur der viser de fire prøvetagningsområder og -steder langs strækningen Lodbjerg - Nymindegab.

¹ Kystdirektoratet. (2018d). Kystdirektoratets offentlige WebGIS, Kystatlas. Miljø- og Fødevareministeriet.



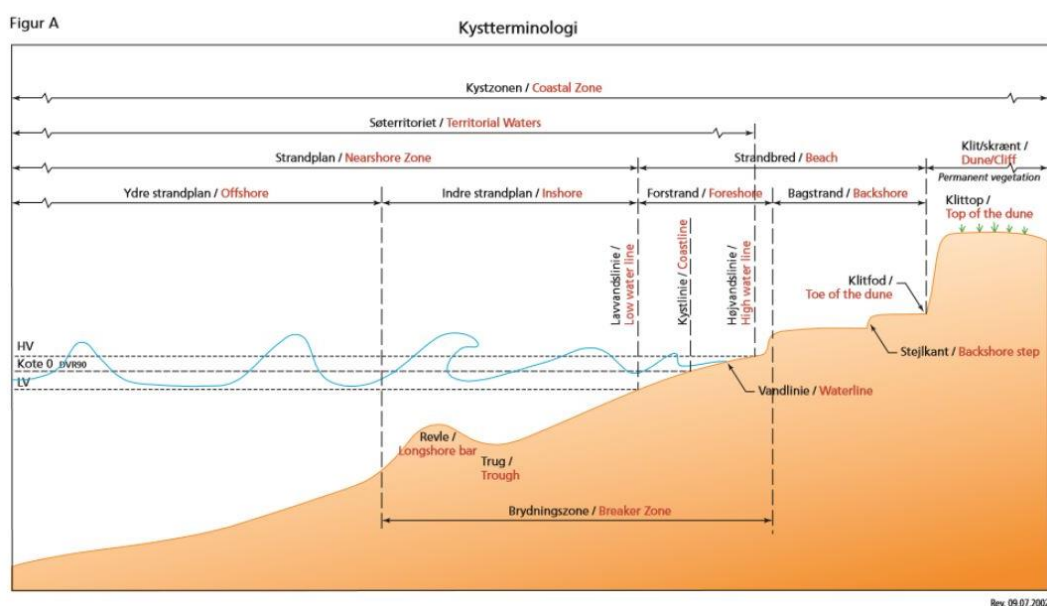
Figur 1-4. Prøvetagninger i de fire prøvetagningsområder fordelt på hovedstrækningerne langs strækningen ved Lodbjerg - Nymindegab i oktober 2018.

I hvert prøvetagningsområde udtages 2 x 21 Haps-prøver (21 til bundfauna og 21 til sedimentanalyse) (

Tabel 1-2). Som udgangspunkt er der indsamlet syv prøver tre forskellige steder på profilet, langs kysten for bedst muligt at beskrive variation i bundfaunen i prøvetagningsområderne (

Tabel 1-2). De tre steder på profilet (på undersiden af revlen, på revlen og på ydersiden af revlen) er valgt ud fra ønsket om at dække variationen i de fysiske forhold, som varierer langs kystprofilet, samt hvad der er muligt med det anvendte fartøj. I flere af prøvetagningsområderne var det ikke muligt at komme ind over revlen pga. vejsituationen og risiko for grundstødning, og nogle prøver er derfor indsamlet længere fra kysten. Bundfaunaprøverne er efterfølgende blevet opdelt i forhold til deres placering på kystprofilet i følgende kategorier til de statistiske analyser: Forstrand, Strandnær zone, Trug, Revle og Ydre strandplan. Opdelingen er foretaget på baggrund af GPS-positionerne for prøverne, dybde og orthofotos, der viser revlens placering på strækningen. Bemærk at ikke alle dele af kystprofilet er undersøgt under hvert prøvetagningsområde.

Kystprofilets inddelinger i zoner er vist på Figur 1-5.



Figur 1-5. Opdeling af kystprofilet i zoner.

For hver Haps-prøve noteres prøvenummer, koordinater, den aktuelle dybde samt en kvalitativ beskrivelse af sedimentet. Prøverne til bundfaunaanalyser skylles gennem en mm trådvævsigte, og sigteresten konserveres herefter i en 96% ethanol-opløsning. Prøverne til sedimentanalyser overføres direkte fra Hapsen over i en spand til analyse for tørvægt, glødetab og kornstørrelsesfordeling. Der anvendes en blandingsprøve fra hele Haps søjlen til sedimentanalyserne. Hele søjlen bruges pga. den store mobilitet i sedimentet.

Tabel 1-2. Fordelingen af bundfaunaprøverne indenfor de fire prøvetagningsområder på strækningen ved Lodbjerg - Nymindegab. Der er indsamlet et tilsvarende antal sedimentprøver.

Dybde	0,5 m Forstrand	1,0-1,4 m Strand nær	3,0-7,0 m Trug	2,5-5,5 m Revle	1,5-8 m Yder strandplan
Lodbjerg – Nymindegab: Agger Tange	7			7	7
Lodbjerg – Nymindegab: Harboøre Tange		2	4	8	7
Lodbjerg – Nymindegab: Thorsminde Tange		4		6	11
Lodbjerg – Nymindegab: Hvide Sande		7		7	7

Oparbejdning af prøver

Oparbejdningen af bundfaunaprøverne har så vidt muligt fulgt "Teknisk anvisning for marin overvågning, M19, Blødbundsfauna"². Dog overholder indsamlingsperioden ikke den anbefalede, ligesom bundfaunaprøverne ikke har stået konserveret i den anbefalede periode før vejning.

I laboratoriet skylles bundfaunaprøverne med vand i en 0,5 mm trådvævssigte. Prøverne sorteres herefter under stereomikroskop, og alle dyr bestemmes så vidt muligt til artsniveau. Bundfauna omfatter kun kvantificerbare bundfaunaarter (omfatter således f.eks. ikke polyptydyr (Hydrozoa) og mosdyr (Bryozoa). Efter artsbestemmelse måles vådvægten efter afdupning af dyrene på filterpapir. Endeligt bestemtes tørvægten efter tørring i varmeskab ved 60°C til konstant vægt i minimum 24 timer.

1.3 Analyse af bundfaunadata

Ud over simple beregninger af antal og biomasse pr. m² anvendes de indeks, som normalt benyttes til at beskrive bundfaunasamfundet. Ydermere anvendes også MDS-analyser for at analysere rumlig variation indenfor området.

For samtlige områder beregnes:

- Artsantal
- Tæthed og biomasse pr. m²
- Artsdiversiteten (Shannon Wiener-diversiteten og Pielou's evenness indeks)
- AMBI indeks
- DKI
- Bray-Curtis similaritetsindeks og MDS-plot (ANOSIM-analyse og DistLM-analyse)

Diversitets-indekset beskriver variationen (diversiteten) i dyrelivet, mens de økologiske indeks (AMBI og DKI) beskriver arternes tolerance/robusthed i forhold til miljøet på lokaliteten.

1.3.1 Antal, individtæthed og biomasse

Der er flere faktorer, som har betydning for artsantallet i et givent område, herunder bundens beskaffenhed (f.eks. substrattypen og dynamiske forhold) samt hvilken dybde-, temperatur- og salinitetsgradient de enkelte arter er tilpasset.

Tætheden udtrykker noget om presfaktorer, fødetilgængelighed og dominerende arter, mens biomassen er et udtryk for størrelsen af dyrene og deres vægt.

1.3.2 Artsdiversitets indeks

Shannon-Wiener-indekset H' ³ er et matematisk udtryk for diversiteten i samfundet, som giver en større information om samfundets sammensætning end antallet af tilstedeværende arter, da den relative hyppighed af de forskellige arter indgår i udtrykket:

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

Her er p_i antallet af dyr af hver art divideret med det samlede antal individer af alle arter i samfundet. Shannon-Wiener værdien bliver lav, hvis der er få arter, hvoraf nogle dominerer med et

² Hansen og Joefson. (2014). teknisk anvisning for marin overvågning, M19, Blødbundsfauna

³ Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) The mathematical theory of communication. The University of Illinois Press, Urbana, 117pp.

højt individantal. Hvis der derimod er mange arter i prøverne og disse har forholdsvis ens tætheder, bliver værdien høj. Værdien for H' ligger mellem 0 og 5, dog typisk mellem 1,5 og 3,5.

Pielou's evenness, J' er et udtryk for ligelighedsfordelingen:

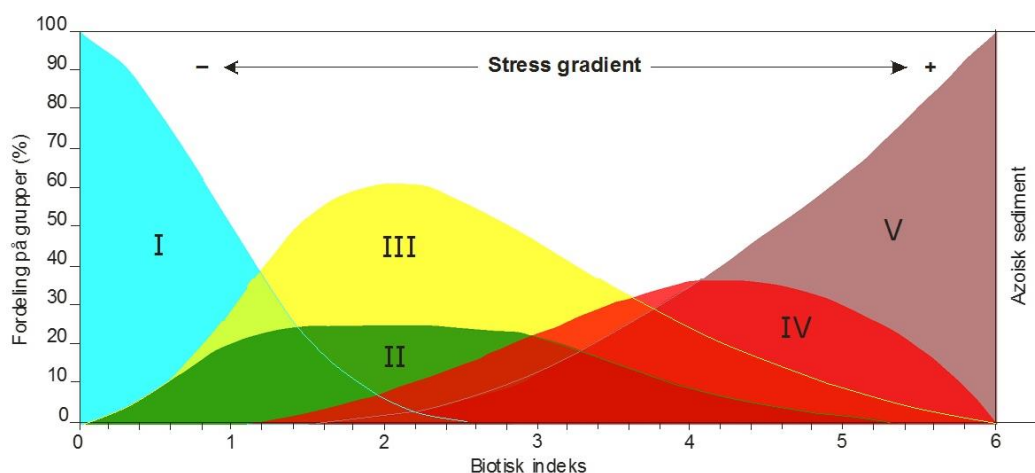
$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Her er H' den observerede værdi fra Shannon-Wiener mangfoldigheds indeks og $H'_{\max} = \ln(n)$, hvor n er antallet af arter. I tilfælde af helt ens hyppigheder af de præsenterede arter, er H og $H'_{\max}$ ens, hvilket giver en Pielou's evenness værdi på 1.

1.3.3 Økologiske indeks

AMBI indeks

AMBI-indekset er et marinbiologisk indeks, som er udviklet til bundfaunaen i europæiske fjorde, kyster og havområder med henblik på at vurdere effekterne som følge af eutrofiering⁴. Dette indeks er afledt af den individuelle tæthed i fem økologiske faunagrupper (GI-GV, Figur 1-6), som er klassificeret efter arternes følsomhed/tolerance over for miljømæssige stressfaktorer (se nedenfor). Som tidligere nævnt kan AMBI-indekset ikke anvendes til sammenligning af forskellige lokaliteter, men derimod til at følge samfundets/lokalitetens udvikling over tid.



Figur 1-6. Teoretisk udvikling af de fem faunagrupper og AMBI-værdier over en stressgradient.

Faunagruppe GI: arter, der er meget følsomme overfor organiske betingelser og er tilstede under uforurenede forhold. Dette kan være specialiserede rovdyr eller bestemte rørboende børsteorme.

Faunagruppe GII: arter, der er indifferente overfor næringsstofberigelse og altid tilstede i lave tætheder uden signifikante variationer over tid. Dette kan være suspensionsædere, ikke-specialiserede rovdyr og ådselsædere.

Faunagruppe GIII: arter, der er tolerante overfor massiv organisk berigelse. Disse arter kan optræde under normale omstændigheder, men stimuleres af organisk berigelse. Dette kan for eksempel være overfladedetritusædere, eksempelvis rørboende spionider.

Faunagruppe GIV: anden-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse. Dette drejer sig om arter, der er overfladedetritus- eller sedimentædere.

⁴ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pêrez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

Faunagruppe GV: første-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse og belastede forhold, eksempelvis lavt iltindhold.

På baggrund af fordelingen af arter kan AMBI-værdien udregnes ud fra formelen:

$$AMBI = \frac{0 * \%GI + 1,5 * \%GII + 3 * \%GIII + 4,5 * \%GIV + 6 * \%GV}{100}$$

AMBI-værdien kan efterfølgende tolkes i henhold til Borja et al (2000) som både angiver bundsamfundets tilstand, samt i hvilken grad lokaliteten er forstyrret. Skalaen går fra normal til stærkt forurenat for bundsamfundet og fra uforstyrret til ekstremt forstyrret for lokaliteten (Tabel 1-3).⁵

Tabel 1-3. AMBI-værdien tolkes på ovenstående måde⁶.

AMBI	Dominerende økologisk gruppe	Det benthiske samfundets tilstand	Områdeforstyrrelses-klassifikation
0,0 < AMBI ≤ 0,2	I	Normal	Uforstyrret
0,2 < AMBI ≤ 1,2		Forarmet	
1,2 < AMBI ≤ 3,3	III	I ubalance	Let forstyrret
3,3 < AMBI ≤ 4,3		Overgang til forurening	Middel forstyrret
4,3 < AMBI ≤ 5,0	IV-V	Forurenat	
5,0 < AMBI ≤ 5,5		Overgang til stærk forurening	Stærkt forstyrret
5,5 < AMBI ≤ 6,0	V	Meget stærkt forurenat	
Azoisk	Azoisk	Azoisk	Ekstremt forstyrret

DKI

Det danske kvalitetsindeks "DKI" er udviklet til at vurdere et vandområdes tilstand i henhold til EU's vandrammedirektiv⁷. DKI kombinerer bl.a. diversiteten (udtrykt som Shannon-Wieners diversiteten H) og graden af følsomhed i infaunasamfundet (AMBI). Herudover anvendes N (tætheden) og S (artsantallet). DKI-indekset kan, ligesom AMBI-indekset, ikke anvendes til sammenligning af forskellige lokaliteter, men derimod til at følge samfundets udvikling over tid på samme lokalitet/station.

I udregningen af DKI anvendes version 1, da saliniteten ikke er målt ved indsamlingen af prøver.

$$DKI = \left(\frac{\left(\left(1 - \frac{AMBI}{7} \right) + \left(\frac{H'}{H'_{\max}} \right) \right)}{2} \right) * \left(\frac{\left(\left(1 - \frac{1}{N} \right) + \left(1 - \frac{1}{S} \right) \right)}{2} \right)$$

For at vurdere hvilken tilstand et vandområde opnår i forhold til vandrammedirektivet, benyttes nedenstående grænseværdier (

Tabel 1-4)⁸.

⁵ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

⁶ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

⁷ Naturstyrelsen. (2014). Retningslinjer for udarbejdelse af vandområdeplaner 2015-2021. ISBN 978-87-92256-43-0

⁸ Borja et al. (2007). Borja, A., Josefson, A.B., Miles, A., Muxika, I., Olsgaard, F., Phillips, G., Rodríguez, J.G., Rygg, B., 2007. An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European WaterFramework. Marine Pollution Bulletin 55, 42–52.

Tabel 1-4. Oversigt over DKI-grænseværdier for dårlig til høj økologisk tilstand for danske farvande.

Dårlig	Ringe	Moderat	God	Høj
<0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	0,60-0,80	>0,80

1.3.4 Primer analyser

Bray-Curtis similaritetsindeks, MDS-analyse

Ligheder og forskelle i taxon-sammensætningen mellem de enkelte prøver og områder bliver analyseret ved hjælp af multidimensionel skalering ved Bray-Curtis similariteter (BC_{ij}) udregnet parvis for samtlige kombinationer af prøver. Hertil anvendes programmet PRIMER (Primer-E, version 7). Bundfaunadata bliver inden analysen kvadratrods transformeret for at nedvægte dominerende taxa.

$$BC_{ij} = 1 - \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Hvor C_{ij} er summen af den mindste værdi for de arter, der findes i begge prøver/områder. S_i og S_j er det totale antal arter, som er fundet i prøven/området.

Den beregnede Bray-Curtis-similaritetsmatrix vises som et MDS-plot (multi-dimensional-skalering), hvorved adskilte grupperinger kan identificeres. I tolkningen af data evalueres MDS-plottets stresstal. Ved en værdi på mindre end 0,1 er der ingen/lav misvisning i fortolkningen af data, hvorimod tolkningen er behæftet med større usikkerhed ved stressværdier større end 0,2.

ANOSIM (Analysis of Similarity)

Denne metode anvender Bray-Curtis similaritetsværdier, angiver en P-værdi (signifikansniveau) og en R-værdi (styrken). R-værdien er typisk mellem 0 og 1, men kan dog også være negativ ned til -1, selv om den oftest vil være tæt på 0. En R-værdi tæt på 1 indikerer en høj grad af adskillelse mellem prøver fra to prøvetagningsområder, mens R-værdier tæt på 0 indikerer ingen adskillelse mellem prøverne fra to prøvetagningsområder. R-værdien påvirkes således både af variationen (spredning), der er i artsfordelingen mellem prøver indenfor hvert prøvetagningsområde, samt variationen mellem prøverne fra to prøvetagningsområder.

I ANOSIM-analyser skal det først testes, om der er en signifikant forskel og herefter angive R-værdien. På denne måde kan der opleves en signifikant forskel, men at R-værdien er lav (f.eks. 0,2), og at kun en mindre del af forskellen kan forklares ved den testede faktor.

DistLM

Denne metode anvendes til at vurdere, hvor meget af den variation, som ses i de biologiske data, der kan forklares ud fra variationen i de målte miljøvariable, området samt placeringen på kystprofilen. Den valgte metode var "en DistLM marginal test og en Best-model". Først udregnes det, om hver variable bidrager signifikant til at beskrive den variation, som er i bundfaunadata (vha. Bray-Curtis similaritetsværdier), hvorefter alle variable rangeres. I DistLM, marginal test testes hver variabel hver for sig i forhold til variationen i bundfauna data, mens distLM "Best solution" angiver den bedste kombination af miljøvariable til at beskrev variationen i bundfaunadata ud fra et øget antal miljøvariable. DistLM analyser blev udført samlet for alle bundfaunaprøverne i de fire prøvetagningsområder på strækningen ved Lodbjerg - Nymindégab for at sikre et tilstrækkeligt datagrundlag. Analysen medtager ikke prøver uden dyr.

1.4 Analyse af sedimentprøver og kornstørrelses

Sedimentanalyser udføres på et NCCs akkrediteret laboratorium (DANAK godkendt, Test Reg.nr. 271, Medlem af EA MLA). Der er analyseret for kornstørrelsesfordeling, tørstofindhold og askefri tørvægt (glødetab). Prøveforberedelse er udført efter DS/EN 932-2:1999, sigteanalysen er udført efter DS/EN 933-1:2013 og glødetabet er målt i henhold til prVI 99-9:2010. Glødetabet er udført ved 550C°.

Dataarkene for kornstørrelsesanalyserne er vedlagt i kapitel 5.

2. DATA FRA TIDLIGERE UNDERSØGELSER

Bundfauna omfatter de dyr der lever på (epifauna) og i (infauna) sedimentet. Bundfaunaprøver taget som sedimentprøver med HAPS eller VAN VEEN og efterfølgende sigtet og artsbestemt omfatter fortrinsvis infauna, men kan også indeholde enkelte epifaunaarter.

2.1 Eksisterende forhold

Den eksisterende viden om bundfauna og nye feltundersøgelsen for bundfauna på hovedstrækning Agger Tange i oktober 2018 er beskrevet i det følgende.

Eksisterende data

Eksisterende forhold for bundfauna på lavt vand langs Vestkysten beskrives her med udgangspunkt i de tilgængelige data indhentet fra Miljøstyrelsen (se bilag 2 – Metode for detaljer). Data fra miljøstyrelsen omfatter tre datasæt for bundfaunaundersøgelser på lavt vand (4-10 m):

- Jammerbugt (1104, 1106, 1110) 20 prøver pr dybde (1986-2009) 4, 6 og 10 m dybde, i perioden 2010-2015 i alt 42 prøver på 10 m dybde
- Tannis Bugten (2204, 2206, 2210) 20 prøver pr dybde fra 4, 6 og 10 m dybde
- Houvig nord for Ringkøbing fjord (Houvig transekt) tre prøver fra 4 m dybde
- DTU Aqua ud for Agger Tange, hovedstrækning 1 (R2 sandfodret i 2002 og 2002 udfor Flade Sø, F sandfodret i 2002 ud for Agger Tange Nord og R1 ikke sandfodret ud for Agger tange syd) – 30-60 prøver fra 1-4 m og 4-7 m dybde.
- DTU Aqua ud for "Fjaltring" på hovedstrækning 3, Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint (R2 sandfodret i 2003 udfor Vrist, F sandfodret i 2002 og 2003 udfor Vejlbj og R1 på grænsen ml Vrist/Vejlbj) ikke sandfodret - 30-60 prøver fra 1-4 m og 4-7 m dybde.

I nedenstående Tabel 2-1 er vist en oversigt over de fem mest dominerende arter i forhold til individ antal og biomasse fra Miljøstyrelsens stationer Jammerbugten, Tannis Bugt, Houvig og DTU Aquas data fra Agger Tange og Fjaltring.

Tabel 2-1. Oversigt over de fem mest dominerende arter fra områderne Jammerbugt, Tannis Bugt, Houvig, Agger Tange og Fjaltring på forskellige dybder og for Agger Tange og Fjaltring også i forskellige år. Klasseforkortelser: M: muslinger, S: storkrebs, SP: søpindsvin, SN: snegle, SB: slimbændler. Alle arter uden efterfølgende parentes er tilhørende klassen Havbørsteorme.

Område (år) og dybde	5 arter med højest antal individer og tilstede min. 50 % af alle år	5 arter med den højeste biomasse (tørvægt) og tilstede min. 50 % af alle år
Jammerbugt_04m	<i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Urothoe grimaldi</i> (S) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Bathyporeia elegans</i> (S)	<i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Angulus tenuis</i> (M) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Nephtys hombergii</i>
Jammerbugt_06m	<i>Magelona mirabilis</i> <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Urothoe grimaldi</i> (S) <i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (S)	<i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Chamelea gallina</i> (M) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Lanice conchilega</i>
Jammerbugt_10m	<i>Magelona mirabilis</i> <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Urothoe grimaldi</i> (S) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Nephtys hombergii</i>	<i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Chamelea gallina</i> (M) <i>Angulus tenuis</i> (M) <i>Magelona mirabilis</i>
Tannis Bugten_04m	<i>Spisula subtruncata</i> (M) <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Bathyporeia elegans</i> (S) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Urothoe grimaldi</i> (S)	<i>Spisula subtruncata</i> (M) <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Angulus tenuis</i> (M) <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Magelona mirabilis</i>

Område (år) og dybde	5 arter med højest antal individer og tilstede min. 50 % af alle år	5 arter med den højeste biomasse (tørvægt) og tilstede min. 50 % af alle år
Tannis Bugten_06m	<i>Spisula subtruncata</i> (M) <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Urothoe grimaldi</i> (S) <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Magelona mirabilis</i>	<i>Spisula subtruncata</i> (M) <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Chamelea gallina</i> (M) <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Polinices polianus</i> (SN)
Tannis Bugten_10m	<i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Tellimya ferruginosa</i> (M) <i>Sigalion mathildae</i>	<i>Spisula subtruncata</i> (M) <i>Echinocardium cordatum</i> (SP) <i>Chamelea gallina</i> (M) <i>Fabulina fabula</i> (M) <i>Polinices polianus</i> (SN)
Houvig_04m	<i>Bathyporeia elegans</i> (S) <i>Pontocrates altamarinus</i> (S) <i>Ensis leei</i> (M) <i>Nephtys caeca</i> <i>Scolecopsis squamata</i>	<i>Ensis leei</i> (M) <i>Nemertini indet.</i> (SB) <i>Nephtys caeca</i> <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Bathyporeia elegans</i> (S)
Agger Tange_2002_2m	<i>Scolecopsis squamata</i> <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Mytilus edulis</i> (M) <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Gastrosaccus spinifer</i> (S)	N/A
Agger Tange_2002_5m	<i>Magelona mirabilis</i> <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Nephtys hombergi</i>	N/A
Agger Tange_2003_2m	<i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Mysidae sp. (juvenile)</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Pontocrates arenarius</i> (S)	N/A
Agger Tange_2003_5m	<i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Magelona mirabilis</i>	N/A
Agger Tange_2004_2m	<i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Pontocrates altamarinus</i> (S) <i>Pontocrates arenarius</i> (S)	N/A
Agger Tange_2004_4,5m	<i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Nephtys longosetosa</i>	N/A
Fjaltring _2002_2m	<i>Scolecopsis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Pontocrates altamarinus</i> (S) <i>Mysidae sp. (juvenile)</i> (S)	N/A
Fjaltring _2002_5m	<i>Ensis leei</i> (M) <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Magelona mirabilis</i> <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Spio filicornis</i>	N/A
Fjaltring _2003_2m	<i>Scolecopsis squamata</i> <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Pontocrates arenarius</i> (S) <i>Ophelia borealis</i>	N/A
Fjaltring _2003_5m	<i>Ensis leei</i> (M) <i>Magelona mirabilis</i> <i>Scolecopsis squamata</i> <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Lanice conchilega</i>	N/A
Fjaltring _2004_2m	<i>Scolecopsis squamata</i> <i>Bathyporeia pelagica</i> (S) <i>Haustorius arenarius</i> (S) <i>Pontocrates arenarius</i> (S) <i>Pontocrates altamarinus</i> (S)	N/A

3. DATA FRA FELTUNDERSØGELSEN I 2018

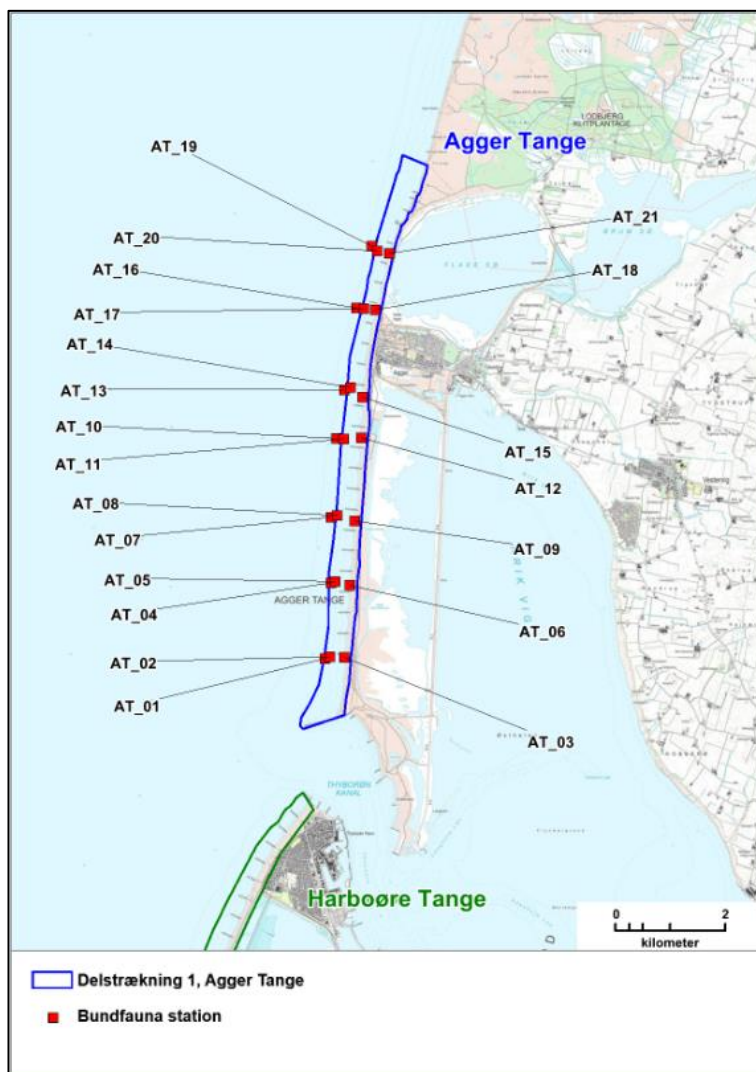
I det følgende præsenteres databehandling og statistiske analyser for bundfaunadata fra de fire prøvetagningsområder på hovedstrækningerne ved Lodbjerg - Nymindegab (Figur 1-3):

- **Agger Tange:** omfatter 21 prøver på hovedstrækning 1, Agger Tange
- **Harboøre Tange:** omfatter 21 prøver fordelt over hovedstrækning 2, Harboøre Tange og 3, Vrist - Ferring og Bovbjerg Klint
- **Thorsminde Tange:** omfatter 21 prøver fordelt på hovedstrækning 4, Trans - Thorsminde og 5, Thorsminde - Husby klitplantage
- **Hvide Sande:** omfatter 21 prøver fordelt på hovedstrækning 8, Sdr. Holmsland Tange

Der er ikke prøvetaget for bundfauna på hovedstrækning 6, Husby Klitplantage-Søndervig og delstrækning 7, Ndr. Holmsland Tange, idet disse strækninger antages, overordnet set at have samme fysiske forhold, som det nærmest liggende prøvetagningsområde.

3.1 1. Agger Tange

Der blev indsamlet parallelle sediment- og bundfaunaprøver fordelt på prøvepositioner på hovedstrækning Agger Tange i oktober 2018. Prøvepositionerne er vist på Figur 2-1.



Figur 2-1. Kort over bundfaunaprøver/sedimentprøver på hovedstrækning 1, Agger Tange i oktober 2018.

3.1.1 Sediment og middelkornstørrelser

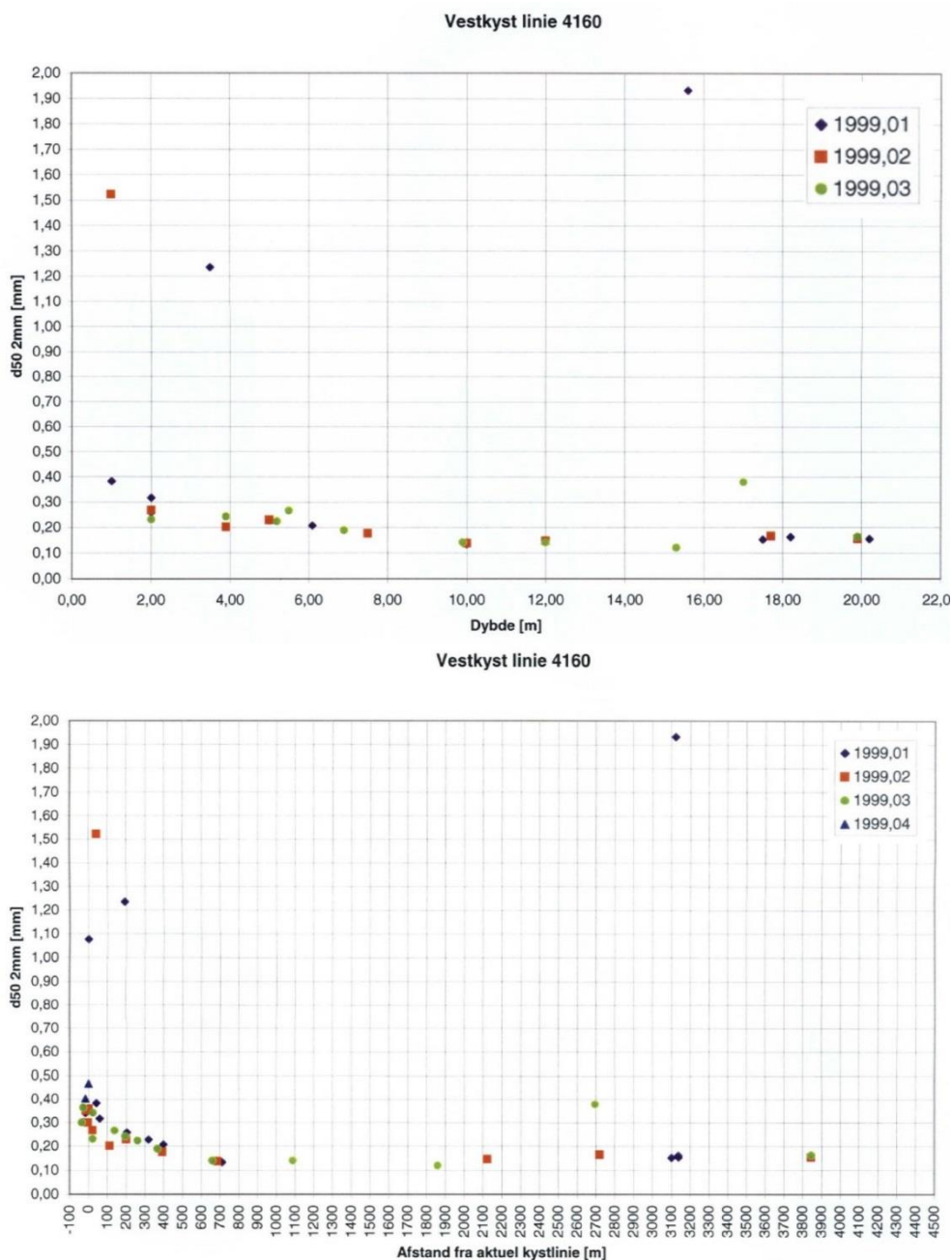
Prøverne udgør et øjebliksbillede og viser middelkornstørrelser mellem 0,2 til 1,54 mm (Tabel 2-2) svarende til fint til meget groft sand, hvilket ligger indenfor middelkornstørrelserne fundet i data fra 1999 ved vestkystprofil 4160 i den sydlige del af hovedstrækning 1, Agger Tange (Figur 2-2). Middelkornstørrelsen er grovest tæt ved strandkanten (Forstrand) og falder med afstanden til stranden, ligesom sorteringsgraden falder med stigende dybde (Tabel 2-2).

Tabel 2-2. Sedimentdata fra feltundersøgelserne i oktober 2018 på hovedstrækning 1, Agger Tange. Prøvenummer, prøvens placering i kystprofilet, middelkornstørrelse (D50), sorteringsgrad, ler/silt fraktion (%), glødetab (%), min og max kornstørrelse aflæst på kornkurven og dybden (m). Prøverne er listet efter placering i kystprofilet. Sorteringsgraden er vurderet efter (Larsen et. al 2009)⁹. Velsorteret betyder, at kornstørrelsen er ensartet og homogen.

Prøve	Forstrand/ Strandnær/ Trug/Reve/ Ydre strandplan	Mid- del- kor- n- stø- rel- se (D50)	Sor- te- ring- s- gra- d (D60/D10)	ler/ silt %	Glø- de- tab (%)	Min. (af- læst mm)	Max. (af- læst mm)	Dyb- de (m)
AT3	Forstrand	0.4	2.1	0	0.4	0.2	30	0.5
AT6	Forstrand	1.54	10.1	0	0.4	0.15	60	0.5
AT9	Forstrand	0.79	2.6	0	0.4	0.15	15	0.5
AT12	Forstrand	0.73	3.4	0	0.3	0.15	15	0.5
AT15	Forstrand	0.42	1.8	0.2	0.7	0.15	2	0.5
AT18	Forstrand	0.69	3.1	0	0.5	0.15	30	0.5
AT21	Forstrand	1.53	4	0	0.5	0.15	30	0.5
AT2	Reve	0.25	2	0.2	0.4	0.06	2	3.5
AT5	Reve	0.34	3.4	0	0.4	0.15	2	3.5
AT8	Reve	0.32	2.3	0	0.4	0.07	2	4
AT11	Reve	0.28	2.2	0	0.2	0.07	2	4.5
AT14	Reve	0.28	2.2	0.2	0.3	0.06	1	3
AT17	Reve	0.34	2.3	0.2	0.2	0.06	4	4.3
AT20	Reve	0.38	2.3	0	0.2	0.15	4	4.7
AT1	Ydre strandplan	0.43	2	0.1	0.4	0.15	4	6
AT4	Ydre strandplan	0.19	2.2	0.4	0.4	0.06	15	5.5
AT7	Ydre strandplan	0.2	1.7	0.3	0.5	0.06	8	7.6
AT10	Ydre strandplan	0.22	1.9	0.1	0.5	0.06	4	7
AT13	Ydre strandplan	0.21	1.7	0.2	0.4	0.06	4	7.5
AT16	Ydre strandplan	0.21	1.6	0.3	0.2	0.06	1	8
AT19	Ydre strandplan	0.19	1.6	0.3	0.3	0.06	15	7.7

⁹ Larsen et al. (2009). Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse. Dansk Geoteknisk Forening

Sedimentet har et meget lavt organisk indhold, illustreret ved en lav silt/ler fraktion på 0-0,4 % og et lavt glødetab på 0,2-0,7 %.



Figur 2-2. Middelkornstørrelsen (D50) ($d < 2\text{ mm}$) målt i 1999 i mm langs vestkystprofil 4160 beliggende i den sydlige del af hovedstrækning 1, Agger Tange fordelt over fire sæsoner (1: vinter, 2: forår, 3: sommer, 4: efterår). Øverst: i forhold til dybden i meter, Nederst: i forhold til afstand fra kysten¹⁰.

3.1.2 Bundfauna

Ud af de 21 bundfaunaprøver fra prøvetagningsområdet var otte prøver helt uden dyr. Figur 2-1 viser, hvor prøverne er indsamlet, mens Figur 2-3 og Figur 2-4 viser hvilke prøver, som var uden dyr samt arts- og individantal i de enkelte bundfaunaprøver.

¹⁰ Kystinspektoratet. (December 1999). Sedimentanalyse, Vestkysten 1999. Kystinspektoratet, Trafikministeriet.

For prøvetagningsområdet Agger Tange blev der i alt bestemt 125 dyr (416 individer pr. m²) fordelt på 14 arter (Tabel 2-3). Individtheden var stærkt domineret af havbørsteormearten *Magelona mirabilis*, som alene udgjorde 51% af alle observerede individer. Biomassen blev domineret af sandorm (*Arenicola marina*) og sribet Tallerkenmusling (*Fabulina fabula*), som tilsammen udgjorde 64 % af biomassen (tørvægten) på trods af, at de kun udgjorde tre individer tilsammen i prøverne for området. Havbørsteormen, *Magelona mirabilis*, der dominerede individtheden (213 indiv. pr. m²) udgjorde den tredje største andel af biomassen (11 %) med en biomasse på 0,33 g tørvægt pr. m² (Tabel 2-3).

Tabel 2-3. Bundfaunadata fra hovedstrækning 1, Agger Tange. Ud af de 21 delprøver var der otte delprøver helt uden dyr, syv på lavt vand (0,5 m) og en på 7,5 m dybde. De syv prøver på lavt vand blev grundet det stejle kystprofil taget meget tæt på strandkanten, og trækker derfor det gennemsnitlige individantal ned. AMBI-værdierne for arterne er inkluderet i tabellen¹¹.

Område	Konservering	Prøveredskab	Delprøver	Areal (m ²)	Arter
Agger Tange	Ethanol	Haps	21	0,3003	14

Klasse/art	Sum af antal	Sum af vådvægt	Sum af tørvægt	Gnm.sn. våd/tør	Antal/m ²	Vådvægt/m ²	Tørvægt/m ²	AMBI-værdi
Bivalvia (Muslinger)	3	0,421	0,243	1,690	9,990	1,402	0,810	
<i>Fabulina Fabula</i>	2	0,350	0,199	1,756	6,660	1,165	0,663	1
<i>Donax vittatus</i>	1	0,071	0,044	1,624	3,330	0,237	0,146	1
Mala-costraca (Storkrebs)	20	0,167	0,027	5,509	66,600	0,555	0,090	
<i>Pontocrates altamarinus</i>	1	0,002	0,000	6,667	3,330	0,007	0,001	2
<i>Bathyporeoa elegans</i>	3	0,006	0,001	6,583	9,990	0,020	0,003	1
<i>Urothoe poseidonis</i>	4	0,028	0,004	6,300	13,320	0,094	0,015	1
<i>Synchelidium haplocheles</i>	3	0,008	0,001	7,333	9,990	0,028	0,004	1
<i>Haustorius areanarius</i>	9	0,122	0,020	6,077	29,970	0,407	0,068	1
Nemertini (Slimbændler)	2	0,282	0,077	3,701	6,660	0,940	0,257	
<i>Nemertini indet</i>	2	0,282	0,077	3,701	6,660	0,940	0,257	3
Polychaeta (Havbørsteorme)	100	2,917	0,516	6,117	333,000	9,715	1,718	
<i>Magelona mirabilis</i>	64	0,493	0,099	5,347	213,120	1,643	0,330	1
<i>Nephtys cirrosa</i>	4	0,264	0,039	6,685	13,320	0,880	0,131	2
<i>Spiophanes bombyx</i>	2	0,029	0,007	3,946	6,660	0,097	0,025	3
<i>Scoelelepis bonnierii</i>	28	0,110	0,016	6,620	93,240	0,365	0,052	3
<i>Arenicola marina</i>	1	2,020	0,354	5,701	3,330	6,727	1,180	3
<i>Eteone longa</i>	1	0,001	0,000	6,000	3,330	0,004	0,001	3
Hovedtal	125	3,788	0,863	5,889	416,250	12,612	2,875	

¹¹ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

Resultatet af den statistiske analyse for artsdiversitets- og økologiske indeks udført på bundfaunadata indsamlet på hovedstrækning 1, Agger Tange er præsenteret i Tabel 2-4. Samme oversigt for alle undersøgte prøvetagningsområder mellem Lodbjerg og Nymindegab kan ses i Tabel 2-15.

Tabel 2-4. Dataoversigt for bundfauna i prøvetagningsområdet Agger Tange.

Parameter	Agger Tange
Antal prøver	21
Prøver uden dyr	8
Antal (pr. m ²)	416
Antal arter (pr. 0,30 m ²)	14
Vådvægt (g/m ²)	12,61
Tørvægt (g/m ²)	2,87
Shannon H	1,62
Evenness J	0,61
AMBI	0,88
DKI	0,73

Shannon Wiener diversiteten (artsdiversiteten) er beregnet til 1,62, hvilket er indenfor normalområdet for de danske farvande, som typisk er 1,5-3,5. For at anvende indekset er det vigtigt, at der sammenlignes med prøver taget i samme miljø, da diversitetsindeks ikke kan tage højde for ændringer i eksempelvis substrat eller miljømæssige faktorer.

AMBI- og DKI-indekset er udviklet til at afspejle økologisk kvalitet af makrofauna. Det er vigtigt, at resultaterne i denne rapport ikke sammenlignes med resultater fra områder med andre miljøforhold (f.eks. fysiske forhold, grad af forstyrrelse, næringsstof belastning). Indeksene anvendes derfor primært til at se på forskelle indenfor samme område samt ændringer over tid.

Den beregnede AMBI-værdi for prøvetagningsområdet Agger Tange (Tabel 2-4) indikerer, at infaunasamfundet er forarmet, og at området er uforstyrret¹². Klassificeringen af området som uforstyrret skal ses som et udtryk for, at faunasammensætningen domineres af arter der lever i rent sand under uforureneede forhold (=uforstyrret). Bundfaunasamfundet klassificeres som forarmet pga. forekomsten af flere gruppe III arter (Tabel 2-3), specielt *Scolecopsis bonnier*, som er generalister, og som forekommer over et bredt spektrum af forhold. Deres tilstedeværelse i prøvetagningsområdet er altså ikke nødvendigvis et udtryk for forurening med f.eks. organisk stof, men mere et udtryk for at arten trives under en bred vifte af forhold, herunder også på en stærkt dynamisk kyst.

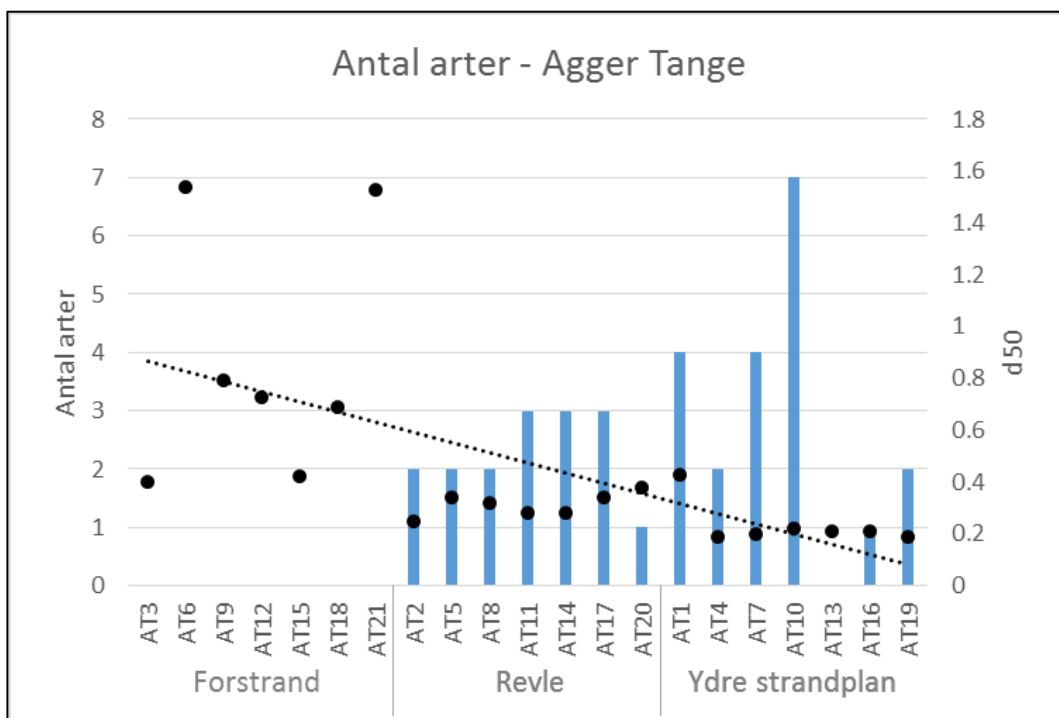
DKI-indeks værdien beregnet for prøvetagningsområdet Agger Tange indikerer, at vandområdet kan kategoriseres som værende i god økologisk tilstand. Dette indeks er udregnet ved brug af AMBI-værdien for området, der viser den overordnede sundhed af infaunasamfundet og graden af forstyrrelsen af området, kombineret med diversiteten i form af Shannon-Wiener-indekset, der angiver den overordnede økologiske tilstand af området.

Parallelt med de indsamlede bundfaunaprøver blev der for samtlige bundfaunaprøver også indsamlet en sedimentprøve. Afstanden mellem de parallelle bundfauna- og sedimentprøver var gennemsnitligt ca. 20 m for prøvetagningsområdet Agger Tange. Alle sedimentprøver er indsamlet parvist på samme del af kystprofilet som bundfaunaprøverne. Sedimentprøverne blev analyseret for D50 (middelkornsstørrelsen), sorteringsgraden (D60/D10), ler/silt procenten og organisk indhold (glødetab %). Herudover blev det vurderet ud fra dybdeforhold og ortofotos, hvor på kystprofilet hver prøve var indsamlet. Kystprofilet blev til denne sammenligning opdelt i (fra vandkant

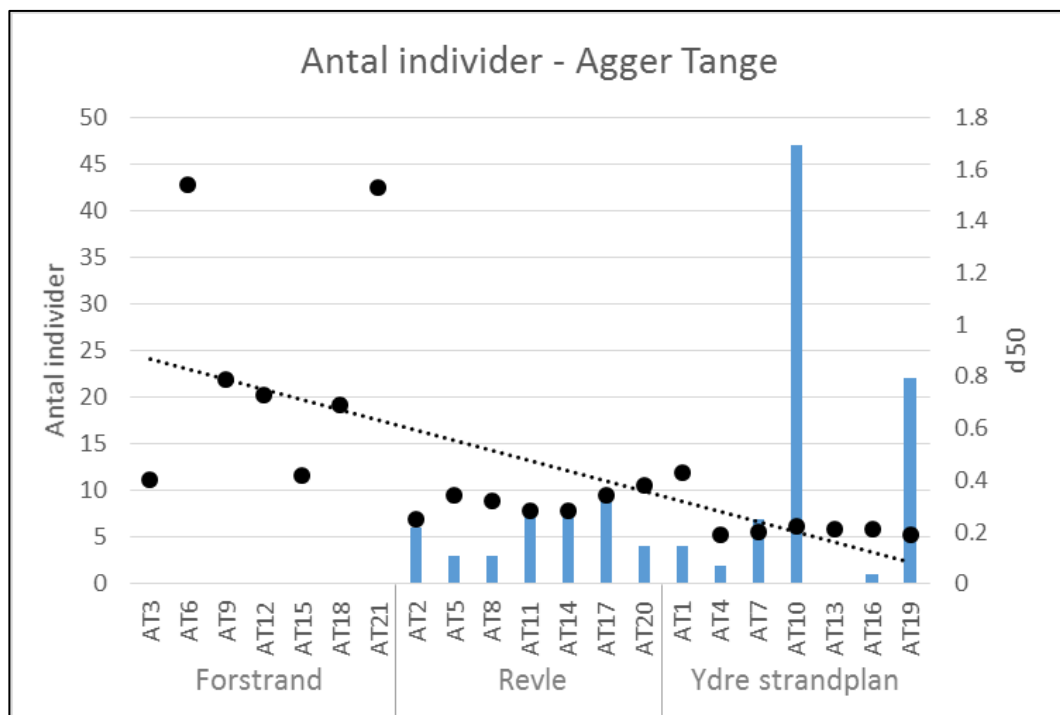
¹² Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

og ud): Forstrand, strandnær zone, trug, revle, ydre strandplan (Figur 1-5). Analyser af de vigtigste miljøvariable for sammensætningen af bundfaunasamfundet kan ses under afsnit 3.5.

Figur 2-3 viser artsantallet og D50 i de enkelte prøver i prøvetagningsområdet Agger Tange. Der blev ikke observeret dyr i de syv prøver indsamlet på forstranden. Prøverne på forstranden er taget fra kysten på ca. 0,5 m vand. Prøver taget i den strandnære zone i de øvrige prøvetagningsområder er taget dybere (1,5 m) og indeholder fauna. Grundet profilets udformning (stejlt kystprofil) kunne prøverne ved Agger Tange ikke udtages på dybere vand fra kysten.



Figur 2-3. Artsantal i de enkelte bundfaunaprøver i prøvetagningsområde Agger Tange i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret kan det ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er D50 (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen (sort stilet linje) for D50 er tilføjet.

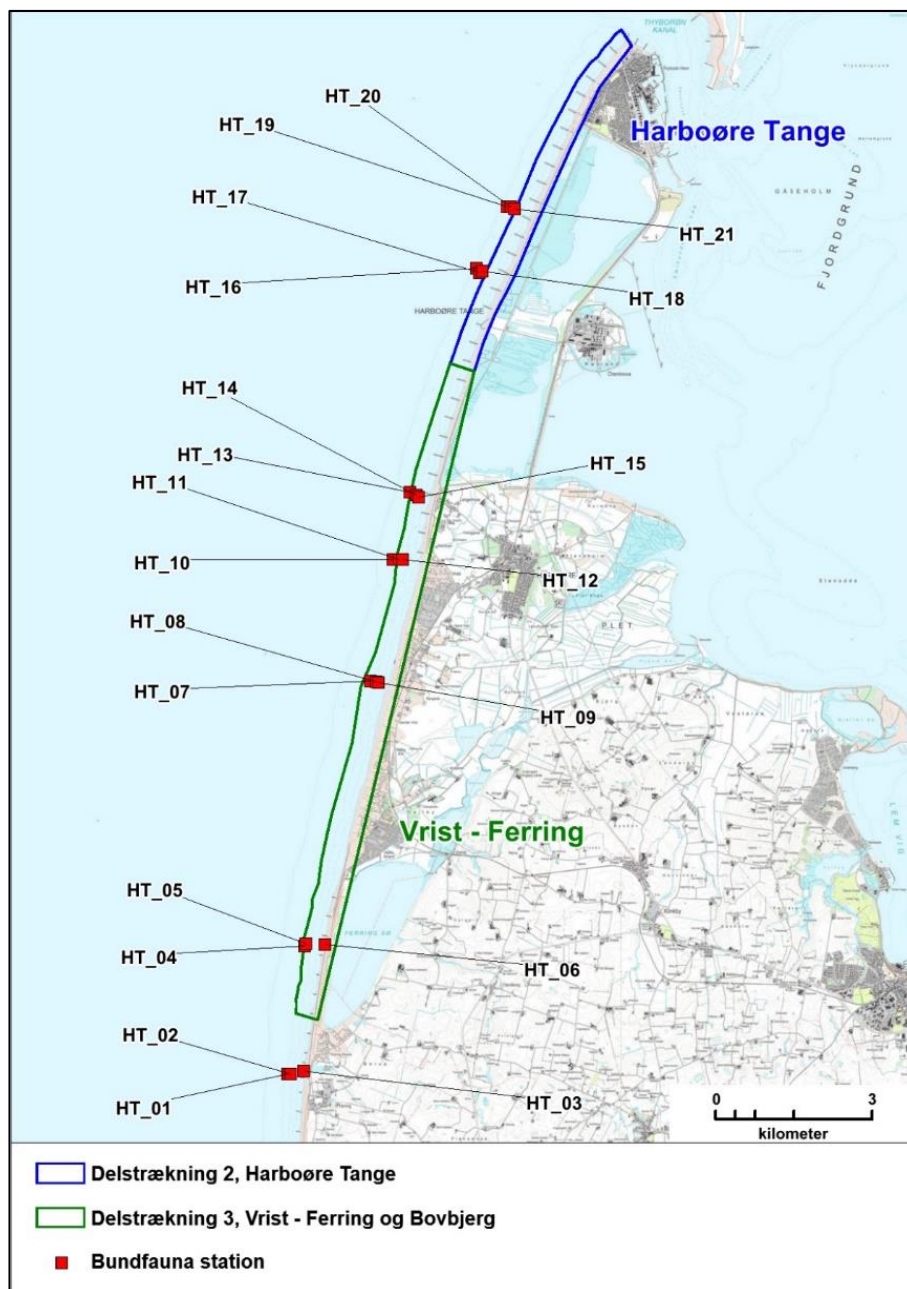


Figur 2-4. Individantallet i de enkelte bundfaunaprøver i prøvetagningsområde Agger Tange i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret kan det ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen for d50 (sort stiple linje) er tilføjet.

D50 var større på forstranden ($D50\ 0,87 \pm 0,48$) end på revlen ($D50\ 0,31 \pm 0,04$) og det ydre strandplan ($D50\ 0,24 \pm 0,09$), ligesom D50 også var mindre på det ydre strandplan end på revlen. D50 blev generelt mindre med øget afstand fra kysten, og variation i D50 faldt også med øget afstand fra strandbredden. Der var i gennemsnit $2,3 \pm 0,8$ arter pr. delprøve på revlen og $2,9 \pm 2,3$ arter pr. delprøve på ydre strandplan (se Figur 2-3). Antallet af individer var i gennemsnit $6,0 \pm 2,8$ pr. delprøve på revlen og $11,9 \pm 17,2$ individer pr. delprøve på det ydre strandplan (Figur 2-4).

3.2 2. Harbøre Tange og 3. Vrist -Ferring og Bovbjerg Klint

Der blev indsamlet parallelle sediment- og bundfaunaprøver fordelt på prøvepositioner på hovedstrækning 2 og 3 i oktober 2018. Prøvepositionerne er vist på Figur 2-5.



Figur 2-5. Bundfaunaprøver indsamlet i 2018 i prøvetagningsområdet Harboøre Tange.

3.2.1 Sediment og middeldkornstørrelser

Prøverne udgør et øjebliksbillede og viser middeldkornstørrelser mellem 0,18 til 3,67 mm (Tabel 2-5) svarende til fint sand til meget fint grus, hvilket ligger indenfor middeldkornstørrelserne fundet i data fra 1999 ved vestkyst profil 4230, som er beliggende ud for Thyborøn på den nordlige del af Harboøre Tange (Figur 2-6). Middeldkornstørrelsen er højest tættest på stranden (strandnær zone) og falder med afstanden til stranden, ligesom sorteringsgraden falder med stigende dybde (Tabel 2-5).

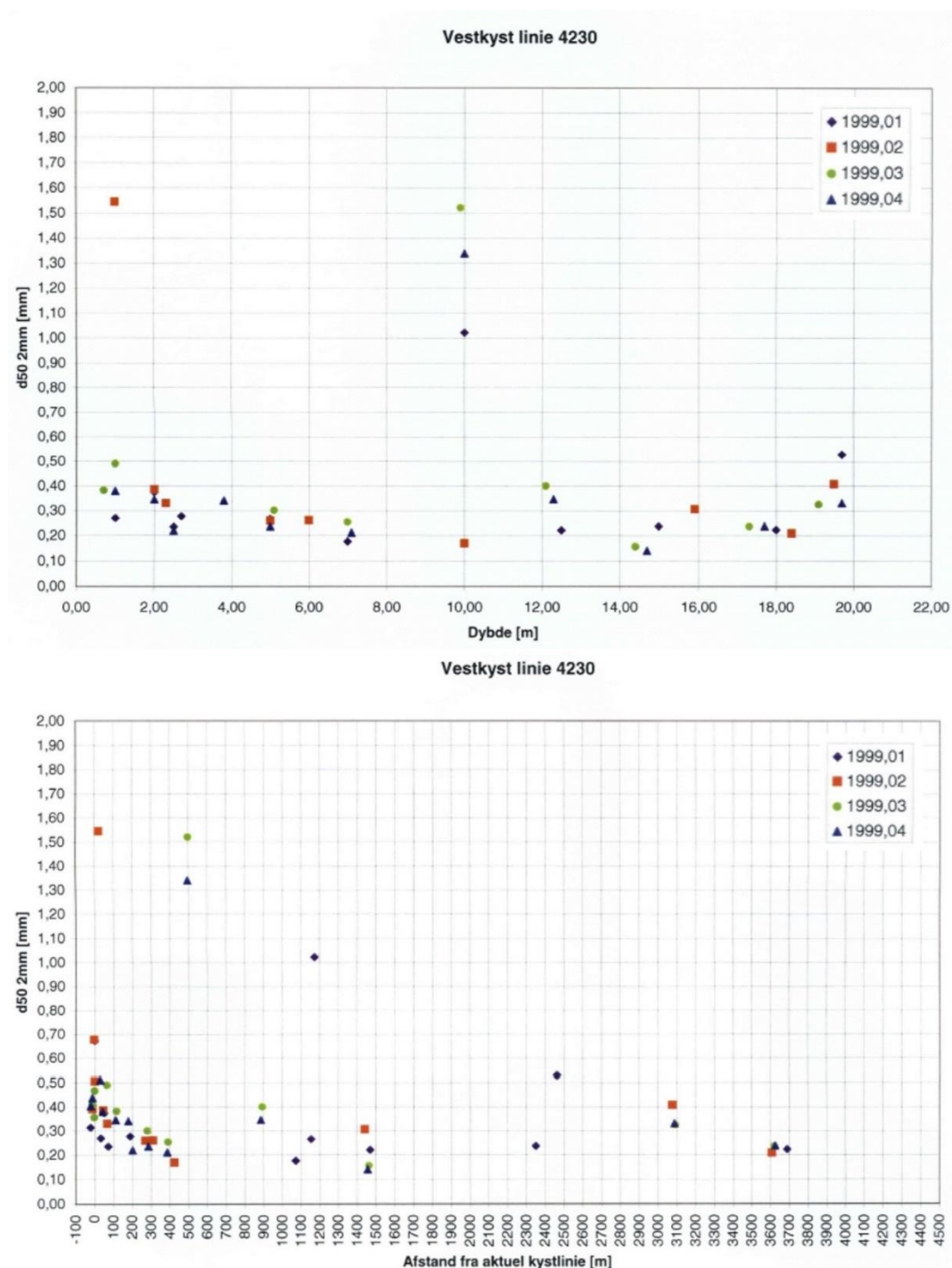
Tabel 2-5. Sedimentdata fra feltundersøgelserne i oktober 2018 i prøvetagningsområdet Harboøre Tange. Bemærk af prøvetagningsområde Harboøre Tange dækker både hovedstrækning 2 og 3. Prøvenummer, prøvens placering i kystprofil, middeldkornstørrelse (D50), sorteringsgrad, ler/silt fraktion (%), glødetab (%), min og max kornstørrelse aflæst på kornkurven og dybden (m). Prøverne er listet efter placering i kystprofil.

Sorteringsgraden er vurderet efter Larsen et al. (2009)¹³. Velsorteret betyder at kornstørrelsen er ensartet og homogen.

Prøve	Strandzone/ Strandnær/ Trug/Revle/ Ydre strand- plan	Mid- del- korns tør- relse (D50)	Sorte- rings- grad (D60/D 10)	ler/ silt %	Gløde tab (%)	Min. (aflæst mm)	Max. (aflæst mm)	Dybde (m)
HT3	Strandnær	3.67	4.4	0	0.9	0.15	1.3	1.3
HT6	Strandnær	0.73	3.6	0.1	0.3	0.15	1	1
HT12	Trug	0.21	1.7	0.2	0.5	0.06	4	5.5
HT15	Trug	0.35	2.2	0.1	0.2	0.2	3.2	4.7
HT18	Trug	0.22	1.7	0.1	0.3	0.06	3	4.5
HT21	Trug	0.41	2.2	0.1	0.4	0.15	5.5	7
HT2	Revle	0.2	1.7	0	0.6	0.063	2.5	4
HT5	Revle	0.23	1.9	0.1	0.5	0.06	2.5	4
HT8	Revle	0.49	2.4	0.1	0.3	0.06	2	3.5
HT9	Revle	0.43	2.1	0	0.5	0.15	1.5	3
HT11	Revle	0.21	1.7	0.2	0.4	0.06	3	4.5
HT14	Revle	0.25	2.1	0.1	0.3	0.06	2.1	3.6
HT17	Revle	0.25	2.2	0.1	0.3	0.06	4	5.5
HT20	Revle	0.23	1.9	0	0.3	0.063	4	5.5
HT1	Ydre strand- plan	0.18	2	0	0.6	0.063	3.5	5
HT4	Ydre strand- plan	0.21	1.8	0.1	0.5	0.06	3.2	4.7
HT7	Ydre strand- plan	0.2	1.6	0.1	0.4	0.06	3	4.5
HT10	Ydre strand- plan	0.19	2	0.2	0.6	0.06	5.2	6.7
HT13	Ydre strand- plan	0.2	1.8	0.2	0.5	0.06	4.2	5.7
HT16	Ydre strand- plan	0.2	1.6	0	0.5	0.063	5.5	7
HT19	Ydre strand- plan	0.23	1.8	0.2	0.3	0.06	4.9	6.4

Sedimentet har et meget lavt organisk indhold, illustreret ved en meget lav silt/ler fraktion på 0-0,2 % og et lavt glødetab på 0,2-0,9 %.

¹³ Larsen et al. (2009). Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse. Dansk Geoteknisk Forening



Figur 2-6. Middelkornstørrelsen (d_{50}) ($d < 2\text{ mm}$) målt i 1999 i mm langs vestkystprofil 4230 beliggende syd for Thyborøn fordelt over fire sæsoner (1: vinter, 2: forår, 3: sommer, 4: efterår). Øverst: i forhold til dybden i meter, Nederst: i forhold til afstand fra kysten¹⁴.

3.2.2 Bundfauna

Ud af de 21 bundfaunaprøver fra prøvetagningsområdet var en prøve helt uden dyr. Figur 2-5 viser, hvor prøverne er indsamlet, mens det på Figur 2-7 og Figur 2-8 ses hvilket prøver, som var uden dyr, samt arts- og individantal i de enkelte bundfaunaprøver.

¹⁴ Kystinspektoret. (December 1999). Sedimentanalyse, Vestkysten 1999. Kystinspektoret, Trafikministeriet.

For prøvetagningsområdet Harbøre Tange blev der i alt bestemt 156 dyr (519 individer pr. m²) fordelt på 19 arter (Tabel 2-6). Individtætheden var stærkt domineret af tanglopperarterne *Bathyporeia elegans* og *Haustorius arenarius* begge tilhørende klassen storkrebs (45% af alle observerede individer). Biomassen blev domineret af arterne smuk trugmusling (*Mactra stultorum*) og kilemusling (*Donax vittatus*) (80% af biomassen, tørvægt). Den totale biomasse (g tørvægt) af hver art var 1,3 g (tørvægt) udgjort af henholdsvis en eller 12 individer for de to arter.

Tabel 2-6. Bundfaunadata fra prøvetagningsområdet Harbøre Tange, som omfatter prøvetagning på både hovedstrækning 2 og 3. Ud af de 21 bundfauna-prøver var en prøve helt uden dyr, HT17 på revlen på 5,5 m dybde. AMBI-værdierne for arterne er inkluderet i tabellen¹⁵.

Område	Konservering	Prøveredskab	Delprøver	Areal (m ²)	Arter
Harbøre Tange	Ethanol	Haps	21	0,3003	19

Klasse/art	Sum af antal	Sum af vådvægt	Sum af tørvægt	Gnm.sn. våd/tør	Antal/m ²	Vådvægt/m ²	Tørvægt/m ²	AMBI-værdi
Bivalvia (Muslinger)	16	5,131	2,948	1,714	53,280	17,086	9,818	
<i>Fabulina Fabula</i>	1	0,227	0,128	1,782	3,330	0,757	0,425	1
<i>Mactra stultorum</i>	1	2,703	1,299	2,081	3,330	9,000	4,324	1
<i>Angulus tenuis</i>	1	0,310	0,157	1,979	3,330	1,032	0,0521	1
<i>Ensis leei</i>	1	0,069	0,027	2,608	3,330	0,230	0,088	1
<i>Donax vittatus</i>	12	1,822	1,339	1,395	39,960	6,066	4,459	1
Echinoidea (Søpindsvin)	1	0,338	0,112	3,013	3,330	1,126	0,374	
<i>Echinocardium cordatum</i>	1	0,338	0,112	3,013	3,330	1,126	0,374	1
Mala-costraca (Storkrebs)	86	0,546	0,081	6,589	286,380	1,817	0,269	
<i>Pontocrates altamarinus</i>	1	0,001	0,000	7,000	3,330	0,005	0,001	2
<i>Bathyporeia elegans</i>	41	0,054	0,008	6,817	136,530	0,179	0,028	1
<i>Urothoe poseidonis</i>	12	0,045	0,007	6,324	39,960	0,150	0,024	1
<i>Synchelidium haplocheles</i>	3	0,010	0,002	6,153	9,990	0,033	0,005	1
<i>Haustorius arenarius</i>	29	0,435	0,064	6,534	96,570	1,450	0,212	1
Nemertini (Slimbændler)	8	0,039	0,008	5,520	26,640	0,128	0,027	
<i>Nemertini indet</i>	8	0,039	0,008	5,520	26,640	0,128	0,027	3
Polychaeta (Havbørsteorme)	45	0,756	0,136	5,716	149,850	2,517	0,453	
<i>Magelona mirabilis</i>	19	0,089	0,021	4,753	63,270	0,297	0,070	1
<i>Nephtys cirrosa</i>	4	0,099	0,020	5,636	13,320	0,330	0,065	2
<i>Scolelepis bonnierii</i>	18	0,116	0,019	6,459	59,940	0,385	0,063	3
<i>Nephtys hombergii</i>	1	0,259	0,048	5,396	3,330	0,862	0,160	2

¹⁵ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

<i>Lanice conchilega</i>	1	0,055	0,009	5,883	3,330	0,184	0,031	2
<i>Pectinaria koreni</i>	1	0,134	0,018	7,464	3,330	0,445	0,060	4
<i>Owenia fusiformis</i>	1	0,004	0,001	2,786	3,330	0,013	0,005	2
Hovedtal	156	6,809	3,285	5,348	519,481	22,673	10,940	

Resultatet af den statistiske analyse for artsdiversitets- og økologiske indeks udført på bundfaunadata indsamlet i prøvetagningsområdet Harboøre Tange er præsenteret i Tabel 2-10. Samme oversigt for alle undersøgte prøvetagningsområder mellem Lodbjerg og Nymindegab kan ses i Tabel 2-15.

Tabel 2-7. Dataoversigt for bundfauna i prøvetagningsområdet Harboøre Tange.

Parametre	Harboøre Tange
Antal prøver	21
Prøver uden dyr	1
Antal (pr. m ²)	519
Antal arter (pr. 0,30 m ²)	19
Vådvægt (g/m ²)	22,67
Tørvægt (g/m ²)	10,94
Shannon H	2,21
Evenness J	0,75
AMBI	0,61
DKI	0,82

Shannon Wiener diversiteten (artsdiversiteten) er beregnet til 2,21, hvilket er indenfor normalområdet i de danske farvande, som typisk er 1,5-3,5. For at anvende dette indeks er det dog vigtigt, at der sammenlignes med prøver taget i samme miljø, da diversitetsindeks ikke kan tage højde for ændringer i eksempelvis substrat eller miljømæssige faktorer.

AMBI- og DKI-indekset er udviklet til at afspejle økologisk kvalitet af makrofauna. Det er vigtigt, at resultaterne i denne rapport ikke sammenlignes med resultater fra områder med andre miljøforhold (f.eks. fysiske forhold, grad af forstyrrelse, næringsstof belastning). Indeksene anvendes derfor primært til at se på forskelle indenfor samme område/station samt ændringer over tid.

Den beregnede AMBI-værdi for prøvetagningsområdet Harboøre Tange (

Parametre	Harboøre Tange
Antal prøver	21
Prøver uden dyr	1
Antal (pr. m ²)	519
Antal arter (pr. 0,30 m ²)	19
Vådvægt (g/m ²)	22,67
Tørvægt (g/m ²)	10,94
Shannon H	2,21
Evenness J	0,75
AMBI	0,61
DKI	0,82

Tabel 2-7) indikerer, at infaunasamfundet er forarmet og at området er uforstyrret¹⁶. Klassificeringen af området som uforstyrret skal ses som et udtryk for, at faunasammensætningen domineres af arter, der lever i rent sand under uforureneede forhold (=uforstyrret). Selve bundfaunasamfundet klassificeres som forarmet pga. specielt tilstedeværelsen af en del individer af havbørsteormen (*Scolelepis bonnierii*) tilhørende gruppe III, som er en generalist, som forekommer over et bredt spektrum af forhold. Denne arts tilstedeværelse i prøvetagningsområdet er altså ikke nødvendigvis et udtryk for forurening med f.eks. organisk stof, men mere et udtryk for at arten trives under en bred vifte af forhold, herunder også på en stærkt dynamisk kyst.

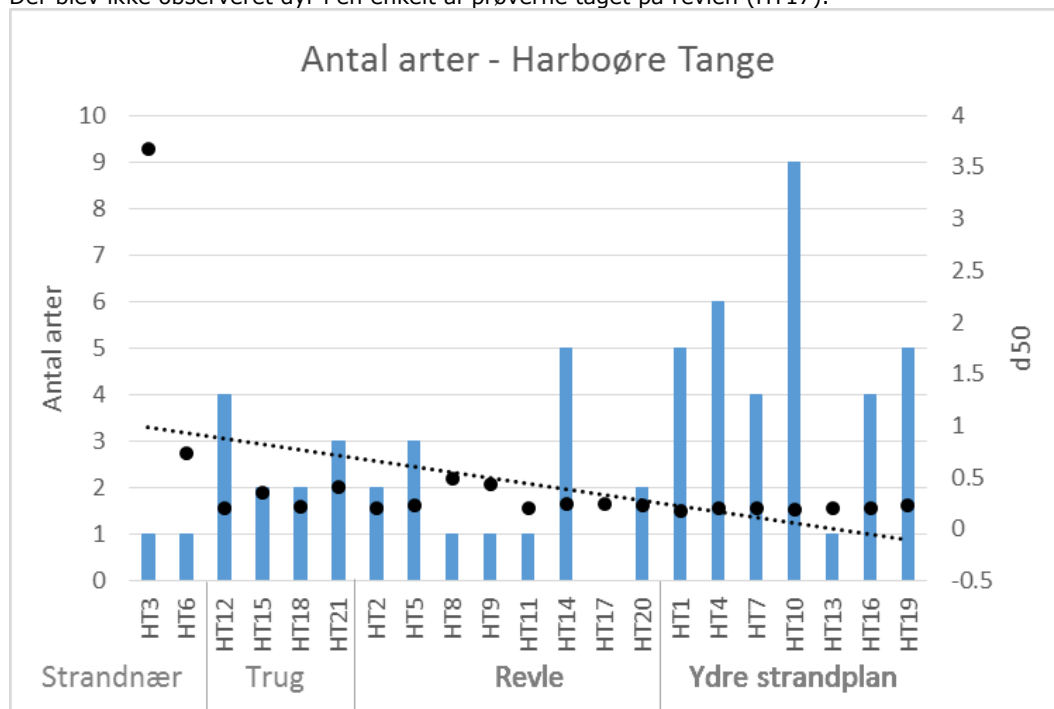
DKI-indeksværdien beregnet for prøvetagningsområdet Harboøre Tange indikerer, at vandområdet kan kategoriseres som værende i høj økologisk tilstand (

Tabel 1-4). Dette indeks er udregnet ved brug af AMBI-værdien for området, der viser den overordnede sundhed af infaunasamfundet og graden af forstyrrelsen af området, kombineret med diversiteten i form af Shannon-Wiener-indekset, der giver den overordnede økologiske tilstand af området.

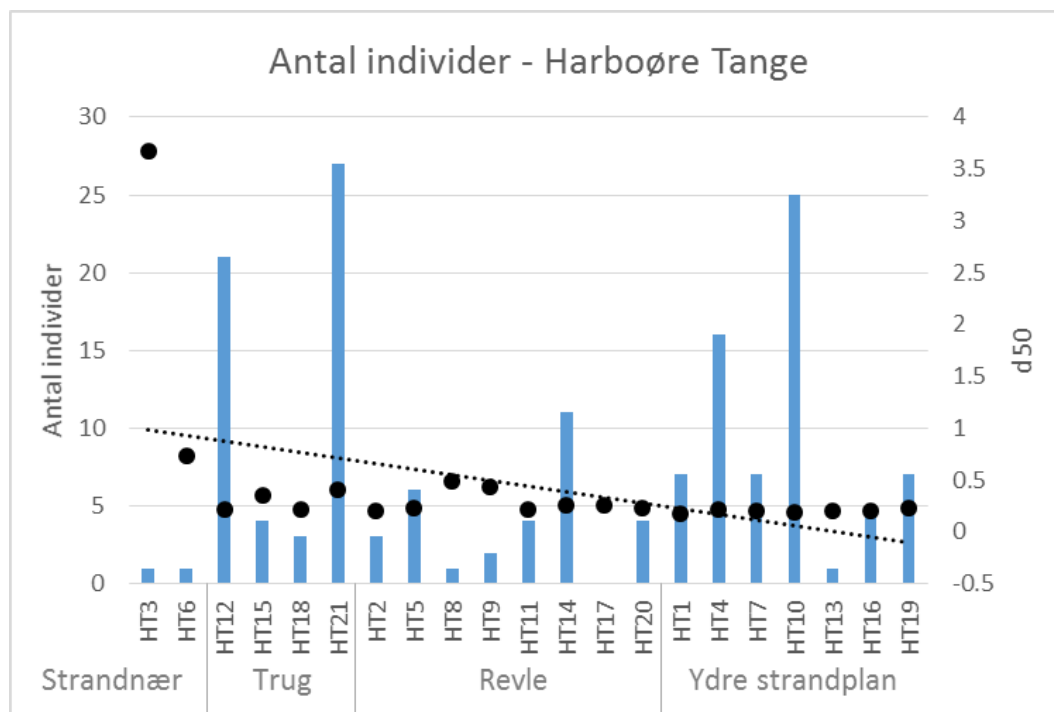
Parallelt med de indsamlede bundfaunaprøver blev der for samtlige prøver også indsamlet en sedimentprøve. Afstanden mellem de parallelle bundfauna- og sedimentprøver var gennemsnitligt ca. 19 m for prøvetagningsområdet Harboøre Tange. Alle sedimentprøver er indsamlet parvis på samme del af kystprofilen som bundfaunaprøverne. Sedimentprøverne blev analyseret for D50 (middelkornsstørrelsen), sorteringsgraden (D60/D10), ler/silt procenten og organisk indhold (glødetab %). Herudover blev det vurderet ud fra dybdeforhold og ortofotos, hvor på kystprofilen alle prøver var indsamlet. Kystprofilen blev til denne sammenligning opdelt i (fra vandkant og ud): Forstrand, strandnær zone, trug, revle, ydre strandplan (Figur 1-5). Analyser af de vigtigste miljøvariable for sammensætningen af bundfaunasamfundet kan ses under afsnit 3.5.

¹⁶ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pêrez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

Figur 2-7 viser artsantallet og D50 i de enkelte prøver i prøvetagningsområdet Harboøre Tange. Der blev ikke observeret dyr i en enkelt af prøverne taget på revlen (HT17).



Figur 2-7. Artsantal i de enkelte bundfaunaprøver i prøvetagningsområde Harboøre Tange i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret kan det ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er D50 (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen (sort stiple linje) for D50 er tilføjet.

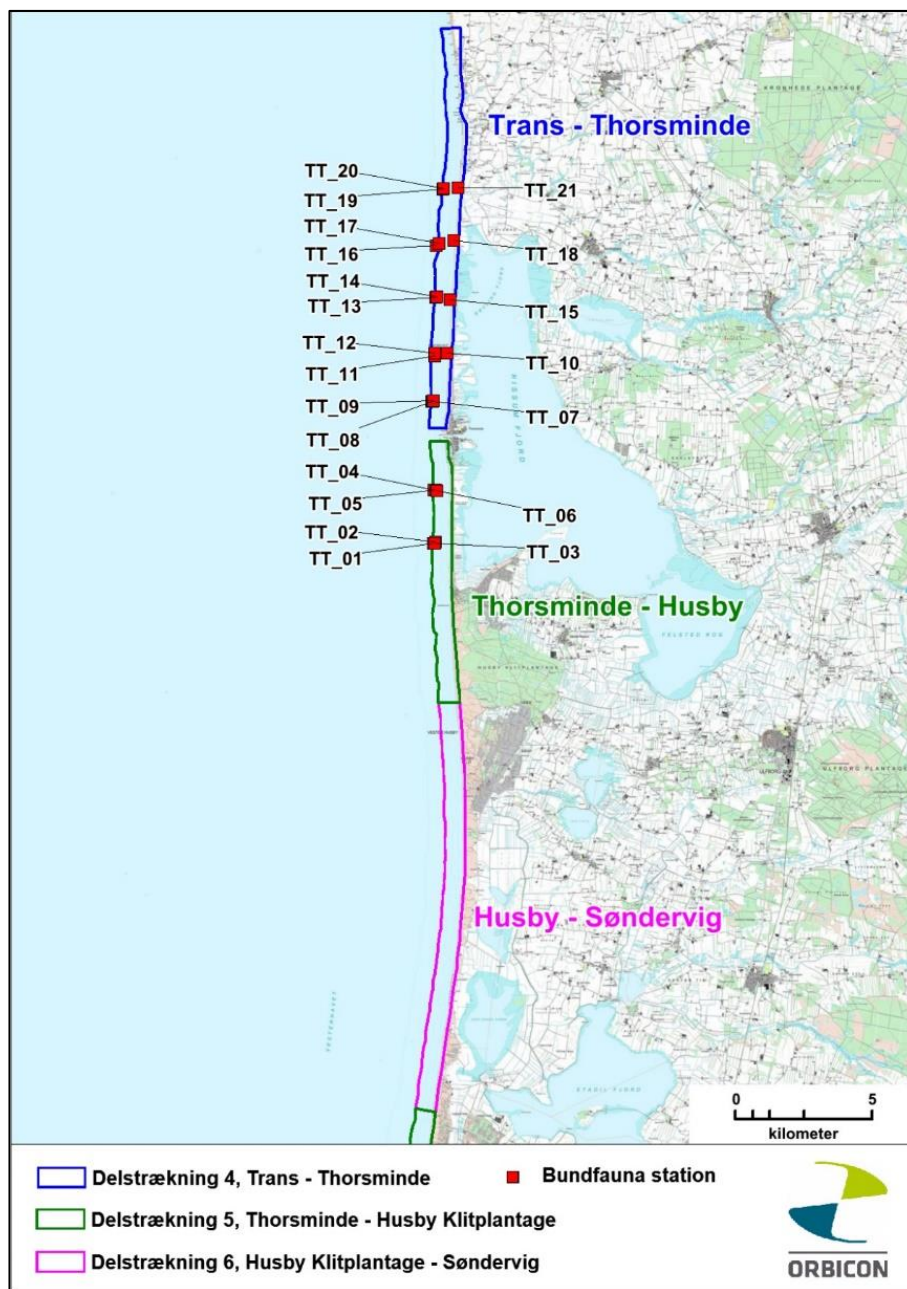


Figur 2-8. Individantallet i de enkelte bundfaunaprøver i prøvetagningsområde Harboøre Tange i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret kan det ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er D50 (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen for D50 (sort stiple linje) er tilføjet.

D50 var større i den strandnærezone end i truget, på revlen og det ydre strandplan, hvilket gælder begge de to prøver indsamlet i den strandnære zone ($D50 - HT3=3.67$ og $HT6=0,73$). D50 var sammenlignelig i truget og på revlen (gennemsnitlig $D50 \pm SD$ var henholdsvis $0,30 \pm 10$ og $0,29 \pm 11$), mens middel D50 i den ydre strandzone var noget lavere ($0,20 \pm 0,02$). Helt overordnet blev D50 mindre med øget afstand fra kysten ligesom variation i D50 mellem prøverne også faldt med øget afstand fra strandbredden. Der var i gennemsnit $1,0 \pm na$ arter pr. delprøve i den strandnære zone; $2,8 \pm 1,0$ i truget; $1,9 \pm 1,6$ på revlen og $4,9 \pm 2,4$ på det ydre strandplan (se Figur 2-7). Antallet af individer var i gennemsnit $1,0 \pm na$ pr. delprøve i den strandnære zone; $13,8 \pm 12,1$ i truget; $3,9 \pm 3,4$ på revlen og $9,7 \pm 8,1$ på det ydre strandplan (Figur 2-8).

3.3 Thorsminde Tange – Hovedstrækning 4 og 5

Der blev indsamlet parallelle sedimentprøver og bundfaunaprøver fordelt i prøvepositioner i prøvetagningsområdet kaldet Thorsminde Tange i oktober 2018. Prøvetagningsområdet dækker både hovedstrækning 4 og 5. Prøvepositionerne er vist på Figur 2-9.



Figur 2-9. Bundfaunaprøver indsamlet i 2018 i prøvetagningsområdet Thorsminde Tange.

3.3.1 Sediment og middeldkornstørrelser, Trans – Thorsminde

Prøverne udgør et øjebliksbillede og viser middeldkornstørrelser mellem 0,2 til 0,71 mm (Tabel 2-8) svarende til fint sand til groft sand, hvilket ligger indenfor middeldkornstørrelserne fundet i data fra 1999 ved vestkyst profil 5180, som er beliggende nord for Thorsminde på den sydlige del af strækningen mellem Trans og Thorsminde (Figur 2-10). Middeldkornstørrelsen er grovest tættest på stranden (strandnær zone), med en enkelt undtagelse prøve TT16 på det ydre strandplan som er 0,71. Middeldkornstørrelsen er generelt højest tæt ved strand (strandnær zone) og falder med afstanden til stranden, ligesom sorteringsgraden falder med stigende dybde (Tabel 2-8).

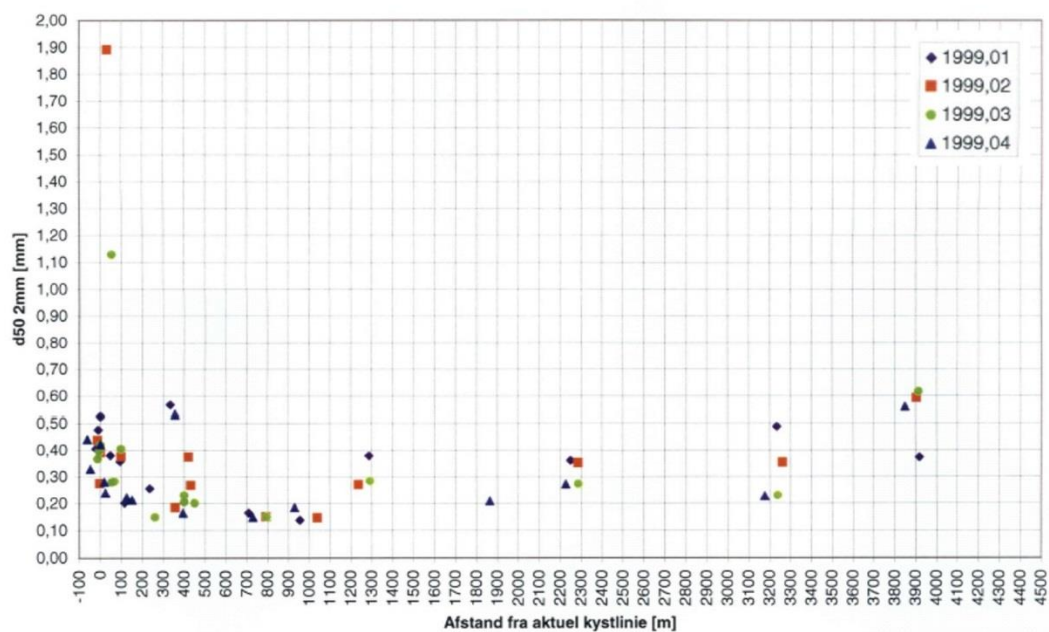
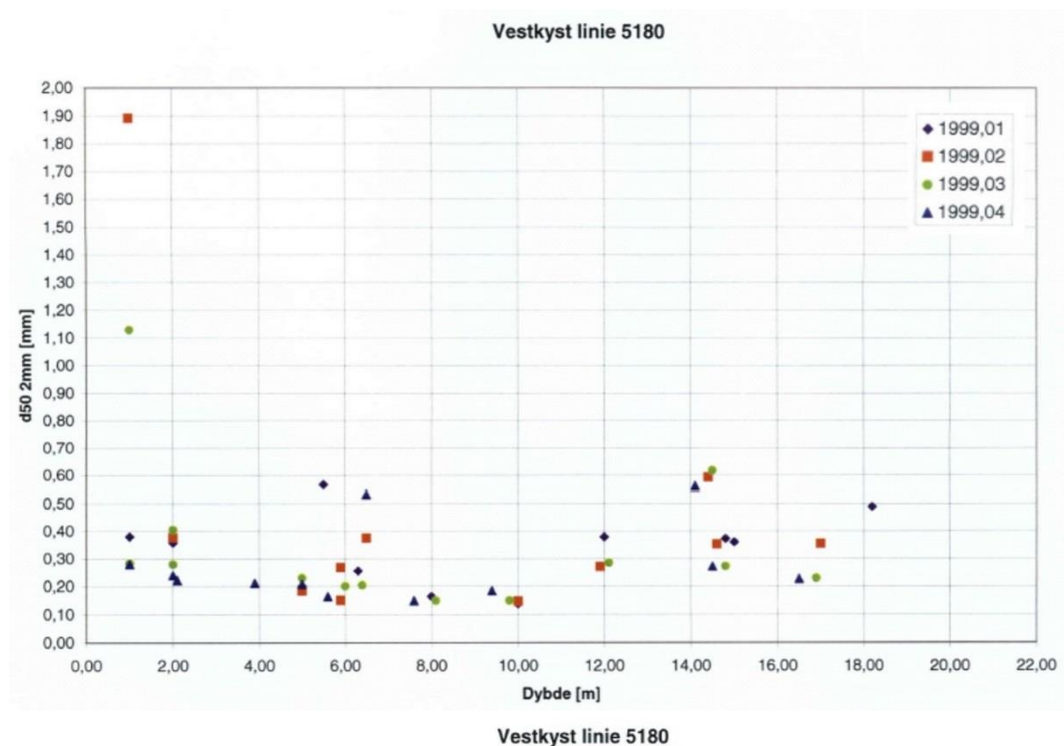
Tabel 2-8. Sedimentdata fra feltundersøgelserne i oktober 2018 i prøvetagningsområdet Thorsminde Tange. Bemærk af prøvetagningsområde Thorsminde Tange dækker både hovedstrækning 4 og 5. Prøvenummer, prøvens placering i kystprofilen, middeldkornstørrelse (D50), sorteringsgrad, ler/silt fraktion (%), glødetab (%), min

og max kornstørrelse aflæst på kornkurven og dybden (m). Prøverne er listet efter placering i kystprofilen. Sorteringsgraden er vurderet efter (Larsen et al, 2009)¹⁷. Velsorteret betyder at kornstørrelsen er ensartet og homogen.

Prøve	Strandzone/ Strandnær/ Trug/Revle/ Ydre strand- plan	Middel- korn- størrelse (D50)	Sorte- rings- grad (D60/D 10)	ler/ silt %	Gløde- tab (%)	Min. (aflæst mm)	Max. (aflæst mm)	Dybde (m)
TT10	Strandnær	0.51	3.6	0	0.4	0.15	30	1.2
TT15	Strandnær	0.36	2.2	0	0.4	0.15	30	1.3
TT18	Strandnær	0.35	2.4	0	0.4	0.15	7	1.4
TT21	Strandnær	0.36	2.2	0	0.6	0.15	4	1.5
TT2	Revle	0.21	1.8	0.2	0.7	0.06	2	4.8
TT6	Revle	0.21	1.6	0.2	0.5	0.06	2	4.6
TT9	Revle	0.33	2.4	0.2	0.6	0.06	2	4.3
TT14	Revle	0.2	1.7	0.4	0.6	0.06	7	4.3
TT17	Revle	0.36	3.1	0.3	0.6	0.06	15	4.3
TT20	Revle	0.22	1.8	0.3	0.5	0.06	2	4.9
TT1	Ydre strand- plan	0.19	1.5	0.3	0.6	0.06	15	5.5
TT3	Ydre strand- plan	0.21	1.7	0.2	0.6	0.06	4	5.2
TT4	Ydre strand- plan	0.2	1.7	0.3	0.8	0.06	15	5.5
TT5	Ydre strand- plan	0.2	1.8	0.2	0.7	0.06	15	5.2
TT7	Ydre strand- plan	0.21	1.7	0.2	0.6	0.06	1	5.3
TT8	Ydre strand- plan	0.3	2.3	0.1	0.5	0.06	1	4.8
TT11	Ydre strand- plan	0.2	1.8	0.2	0.6	0.06	0.15	5.6
TT12	Ydre strand- plan	0.19	1.6	0.5	2.2	0.06	15	5.5
TT13	Ydre strand- plan	0.19	1.6	0.2	0.4	0.06	2	5
TT16	Ydre strand- plan	0.71	2.6	0	0.4	0.15	15	5.5
TT19	Ydre strand- plan	0.21	1.7	0.4	0.4	0.06	4	7.5

Sedimentet har et meget lavt organisk indhold, illustreret ved en lav silt/ler fraktion på 0-0,5 % og et lavt glødetab på 0,4-2,2 %.

¹⁷ Larsen et al. (2009). Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse. Dansk Geoteknisk Forening



Figur 2-10. Middelkornstørrelsen (d_{50}) ($d < 2\text{ mm}$) målt i 1999 i mm langs vestkystprofil 5180 beliggende nord for Thorsminde fordelt over fire sæsoner (1: vinter, 2: forår, 3: sommer, 4: efterår). Øverst: i forhold til dybden i meter, Nederst: i forhold til afstand fra kysten¹⁸.

3.3.2 Bundfauna

Ud af de 21 bundfaunaprøver fra prøvetagningsområdet var to prøver helt uden dyr. Figur 2-9 viser, hvor prøverne er indsamlet, mens det på Figur 2-11 og Figur 2-12 ses hvilke prøver, som var uden dyr samt arts- og individantal i de enkelte prøver.

¹⁸ Kystinspektoret. (December 1999). Sedimentanalyse, Vestkysten 1999. Kystinspektoret, Trafikministeriet.

For prøvetagningsområdet Thorsminde blev der i alt bestemt 245 dyr (816 individer pr. m²) fordelt på 23 arter (Tabel 2-9). Individtheden var stærkt domineret af havbørsteorme. *Magelona mirabilis*, som udgjorde 49% af alle observerede individer. Den art som udgjorde næstflest antal individer var kilemuslingen (*Danax vittatus*, 9 %). Biomassen blev domineret af almindelig sømus (*Echinocardium cordatum*, 51 %), smuk trugmusling (*Mactra stultorum*, 31 %) og kilemusling (*Donax vittatus*, 13 %), som tilsammen udgjorde 95 % af biomassen (g tørvægt) i prøvetagningsområdet.

Tabel 2-9. Bundfaunadata fra prøvetagningsområdet Thorsminde Tange, som omfatter prøvetagning på både hovedstrækning 4 og 5. Ud af de 21 bundfaunaprøver fra prøvetagningsområdet var to prøver helt uden dyr, TT10 og TT17 på revlen på en og 3 m dybde. AMBI-værdierne for arterne er inkluderet i tabellen¹⁹.

Område	Konservering	Prøveredskab	Delprøver	Areal (m ²)	Arter
Thorsminde	Ethanol	Haps	21	0,3003	23

Klasse/art	Sum af antal	Sum af vådvægt	Sum af tørvægt	Gnm.sn. våd/tør	Antal/m ²	Vådvægt/m ²	Tørvægt/m ²	AMBI-værdi
Bivalvia (Muslinger)	36	31,565	19,098	1,677	119,880	105,112	63,595	
<i>Fabulina Fabula</i>	3	0,632	0,358	1,909	9,990	2,103	1,193	1
<i>Mactra stultorum</i>	4	22,186	12,814	1,751	13,320	73,879	43,669	1
<i>Angulus tenuis</i>	2	0,086	0,047	1,814	6,660	0,285	0,158	1
<i>Ensis leei</i>	4	0,911	0,427	2,140	13,320	3,035	1,420	1
<i>Mytilus edulis</i>	1	0,004	0,002	2,294	3,330	0,013	0,006	3
<i>Donax vittatus</i>	22	7,747	5,450	1,405	73,260	25,797	18,150	1
Echinoidea (Søpindsvin)	3	34,503	21,240	1,605	9,990	114,896	70,731	
<i>Echinocardium cordatum</i>	3	34,503	21,240	1,605	9,990	114,896	70,731	1
Malacostraca (Storkrebs)	37	0,484	0,090	5,937	123,210	1,610	0,298	
<i>Pontocrates altamarinus</i>	2	0,002	0,000	7,250	6,660	0,007	0,001	2
<i>Bathyporeoa elegans</i>	2	0,004	0,000	7,250	6,660	0,012	0,002	1
<i>Urothoe seisonis</i>	18	0,067	0,013	5,610	59,940	0,224	0,044	1

¹⁹ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

<i>Eurydice pulchra</i>	2	0,007	0,002	4,717	6,660	0,023	0,006	1
<i>Haustorius areanarius</i>	13	0,404	0,074	5,350	43,290	1,344	0,246	1
Nemertini (Slimbændler)	4	0,080	0,015	5,391	13,320	0,266	0,051	
<i>Nemertini indet</i>	4	0,080	0,015	5,391	13,320	0,266	0,051	3
Polychaeta (Havbørsteorme)	165	4,110	1,043	5,413	549,451	13,687	3,473	
<i>Magelona mirabilis</i>	120	0,750	0,147	5,152	399,600	2,497	0,488	1
<i>Nephtys cirrosa</i>	9	0,201	0,033	5,827	29,970	0,669	0,112	2
<i>Sciophanes bombyx</i>	8	0,059	0,019	4,174	26,640	0,195	0,062	3
<i>Scolelepis bonnierii</i>	4	0,086	0,020	6,154	13,320	0,286	0,066	3
<i>Nephtys hombergii</i>	12	0,678	0,117	6,291	39,960	2,257	0,391	2
<i>Capitella capitata</i>	5	0,007	0,001	6,208	16,650	0,024	0,004	5
<i>Nephtys caeca</i>	1	0,911	0,143	6,386	3,330	3,035	0,475	2
<i>Arenicola marina</i>	1	1,284	0,537	2,390	3,330	4,274	1,789	3
<i>Eteone longa</i>	4	0,009	0,002	5,350	13,320	0,029	0,005	3
<i>Lanice conchilega</i>	1	0,127	0,025	5,113	3,330	0,422	0,083	2
Hovedtal	245	70,742	41,486	4,272	815,851	235,571	138,148	

Resultatet af den statistiske analyse for artsdiversitets- og økologiske indeks udført på bundfaunadata indsamlet i prøvetagningsområdet Thorsminde Tange er præsenteret i Tabel 2-10. Samme oversigt for alle undersøgte prøvetagningsområder mellem Lodbjerg og Nymindegab kan ses i Tabel 2-15.

Tabel 2-10. Dataoversigt for bundfauna i prøvetagningsområdet Thorsminde Tange.

Parametre	Harbøre Tange
Antal prøver	21
Prøver uden dyr	2
Antal (pr. m ²)	816
Antal arter (pr. 0,30 m ²)	23
Vådvægt (g/m ²)	235,85
Tørvægt (g/m ²)	138,15
Shannon H	2,06
Evenness J	0,66
AMBI	0,54
DKI	0,78

Shannon Wiener diversiteten (artsdiversiteten) er beregnet til 2,06 hvilket er indenfor normalområdet i de danske farvande, som typisk er 1,5-3,5. For at anvende dette indeks er det dog vigtigt, at der sammenlignes med prøver taget i samme miljø, da diversitetsindeks ikke kan tage højde for ændringer i eksempelvis substrat eller miljømæssige faktorer.

AMBI- og DKI-indekset er udviklet til at afspejle økologisk kvalitet af makrofauna. Det er vigtigt, at resultaterne fra denne rapport ikke sammenlignes med resultater fra områder med andre miljøforhold (f.eks. fysiske forhold, grad af forstyrrelse, næringsstof belastning). Indeksene anvendes derfor primært til at se på forskelle indenfor et område/station samt ændringer over tid.

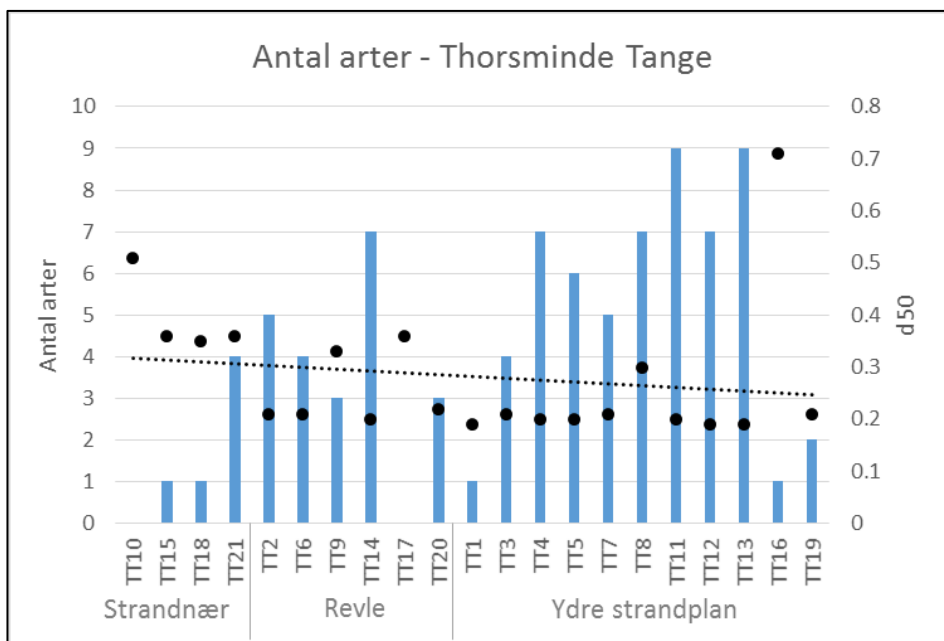
Den beregnede AMBI-værdi for prøvetagningsområdet Thorsminde Tange (Tabel 2-10) indikerer, at infaunasamfundet er forarmet og at området er uforstyrret²⁰. Klassificeringen af området som uforstyrret skal ses som et udtryk for, at faunasammensætningen domineres af arter, der lever i rent sand under uforurene forhold (=uforstyrret). Selve bundfaunasamfundet klassificeres som forarmet pga. tilstedeværelsen af en del arter tilhørende gruppe III (domineret af *Spiophanes bombyx*, *Scolelepis bonnierii*, *Eteone longa*) og gruppe V havbørsteormearter (f.eks. *Capitella capitata*), som er generalister, og som forekommer over et bredt spektrum af forhold. Deres tilstedeværelse i prøvetagningsområdet er altså ikke nødvendigvis et udtryk for forurening med f.eks. organisk stof, men mere et udtryk for at arten trives under en bred vifte af forhold, herunder også på en stærkt dynamisk kyst.

DKI-indeks værdien beregnet for prøvetagningsområdet Harboøre Tange indikerer, at vandområdet kan kategoriseres som værende i god økologisk tilstand (

Tabel 1-4). Dette indeks er udregnet ved brug af AMBI-værdien for området, der viser den overordnede sundhed af infaunasamfundet og graden af forstyrrelsen af området, kombineret med diversiteten i form af Shannon-Wiener-indekset, der giver den overordnede økologiske tilstand af området.

Parallelt med de indsamlede bundfaunaprøver blev der for samtlige bundfaunaprøver også indsamlet en sedimentprøve. Afstanden mellem de parallelle bundfauna- og sedimentprøver var gennemsnitligt ca. 38 m for prøvetagningsområdet Thorsminde Tange. Alle sedimentprøver er indsamlet parvist på samme del af kystprofilen som bundfaunaprøverne. Sedimentprøverne blev analyseret for D50 (middelkornstørrelsen), sorteringsgraden (D60/D10), ler/silt procenten og organisk indhold (glødetab %). Herudover blev det vurderet ud fra dybdeforhold og ortofotos, hvor på kystprofilen hver prøve var indsamlet. Kystprofilen blev til denne sammenligning opdelt i (fra vandkant og ud): Forstrand, strandnær zone, trug, revle, ydre strandplan (Figur 1-5). Analyser af de vigtigste miljøvariable for sammensætningen af bundfaunasamfundet kan ses under afsnit 3.5.

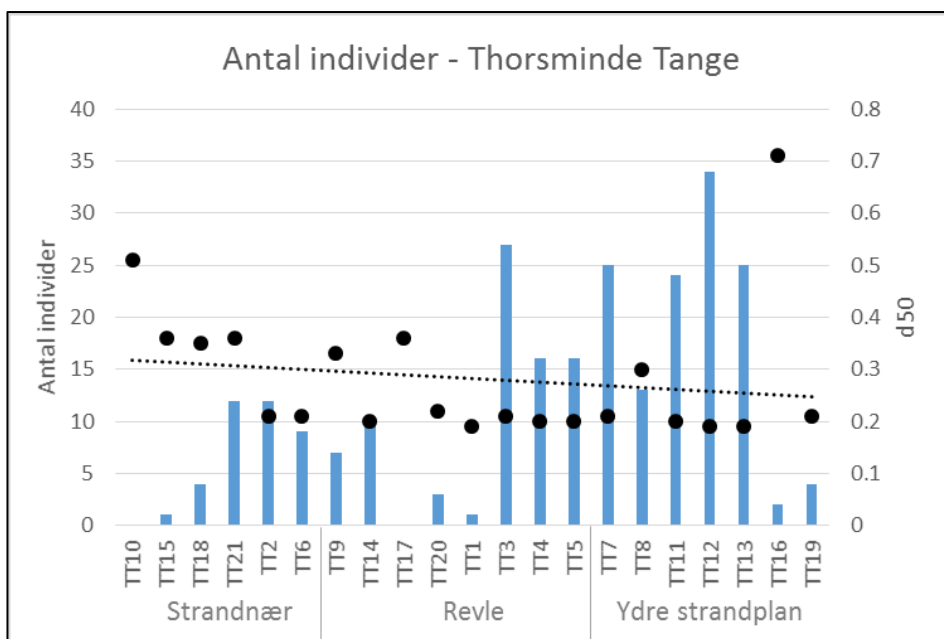
²⁰ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.



Figur 2-11. Artsantal i de enkelte bundfaunaprøver i prøvetagningsområde Thorsminde Tange i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret kan det ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er D50 (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen (sort stiplede linje) for D50 er tilføjet.

Figur 2-11 viser artsantallet og D50 i de enkelte prøver i prøvetagningsområdet Harboøre Tange. Der blev ikke observeret nogle dyr i to af prøverne taget hhv. strandnært (TT10) og på revlen (TT17).

D50 var større i den strandnærezone ($0,4 \pm 0,08$) end på revlen ($0,26 \pm 0,07$) og det ydre strandplan ($0,26 \pm 0,15$) som var stort set ens. Der var i gennemsnit $1,5 \pm 1,7$ arter pr. delprøve i den strandnære zone, $3,7 \pm 2,3$ på revlen og $5,3 \pm 2,9$ på det ydre strandplan (se Figur 2-11). Antallet af individer var i gennemsnit $4,3 \pm 5,4$ pr. delprøve i den strandnære zone; $6,8 \pm 4,5$ på revlen og $17,0 \pm 11,1$ på det ydre strandplan (Figur 2-12).



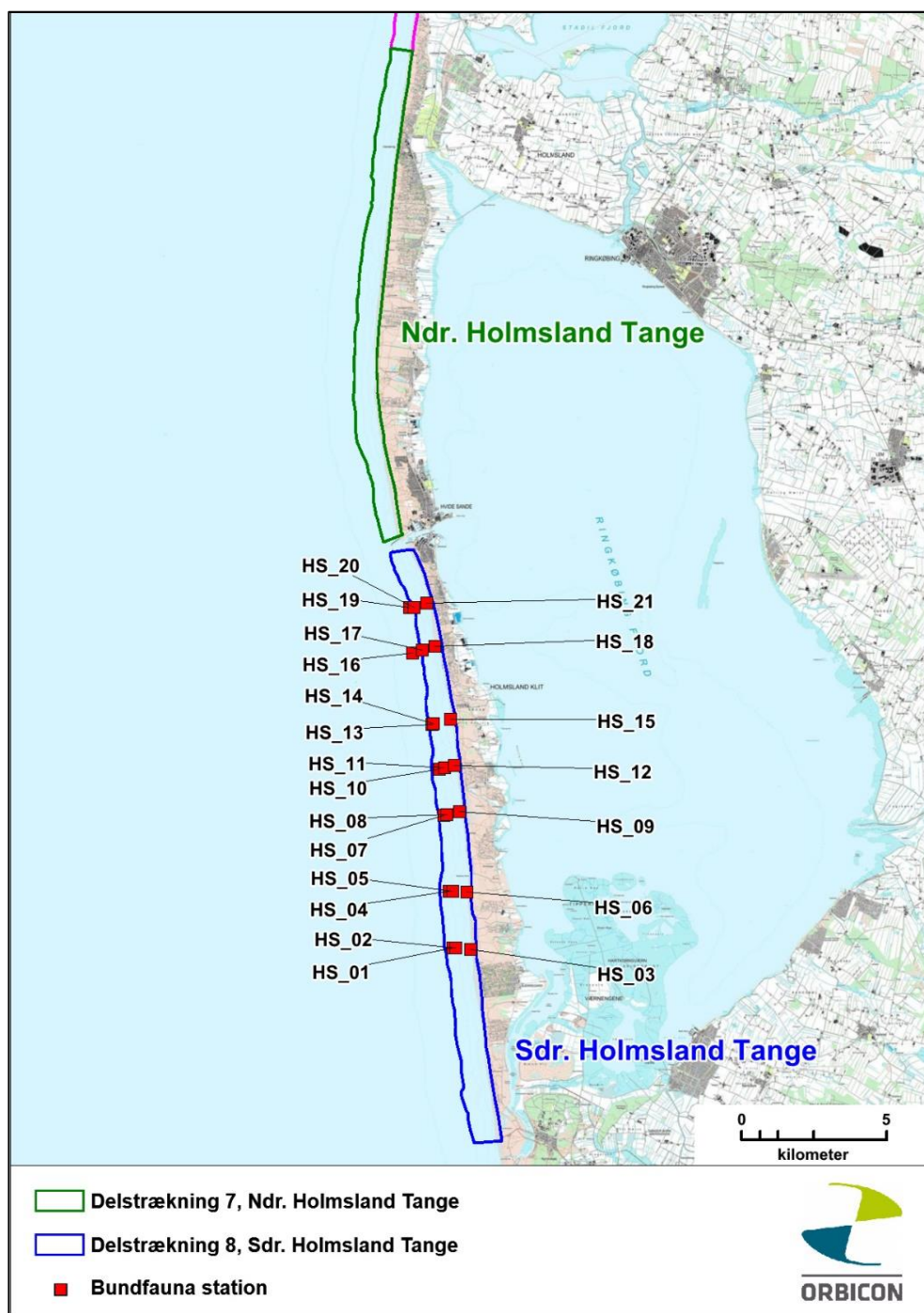
Figur 2-12. Individantallet i de enkelte bundfaunaprøver i prøvetagningsområde Thorsminde Tange i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret kan det ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er

(sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen for d50 (sort stiplede linje) er tilføjet.

3.4 Hvide Sande – hovedstrækning 8

3.4.1 Sediment og middelkornsstørrelser

Der blev indsamlet sedimentprøver fordelt i prøvepositioner på hovedstrækning 8 i oktober 2018. Prøvepositionerne er vist på Figur 2-13.



Figur 2-13. Kort over bundfaunaprøver/sedimentprøver i prøvetagningsområde Hvide Sande i oktober 2018.

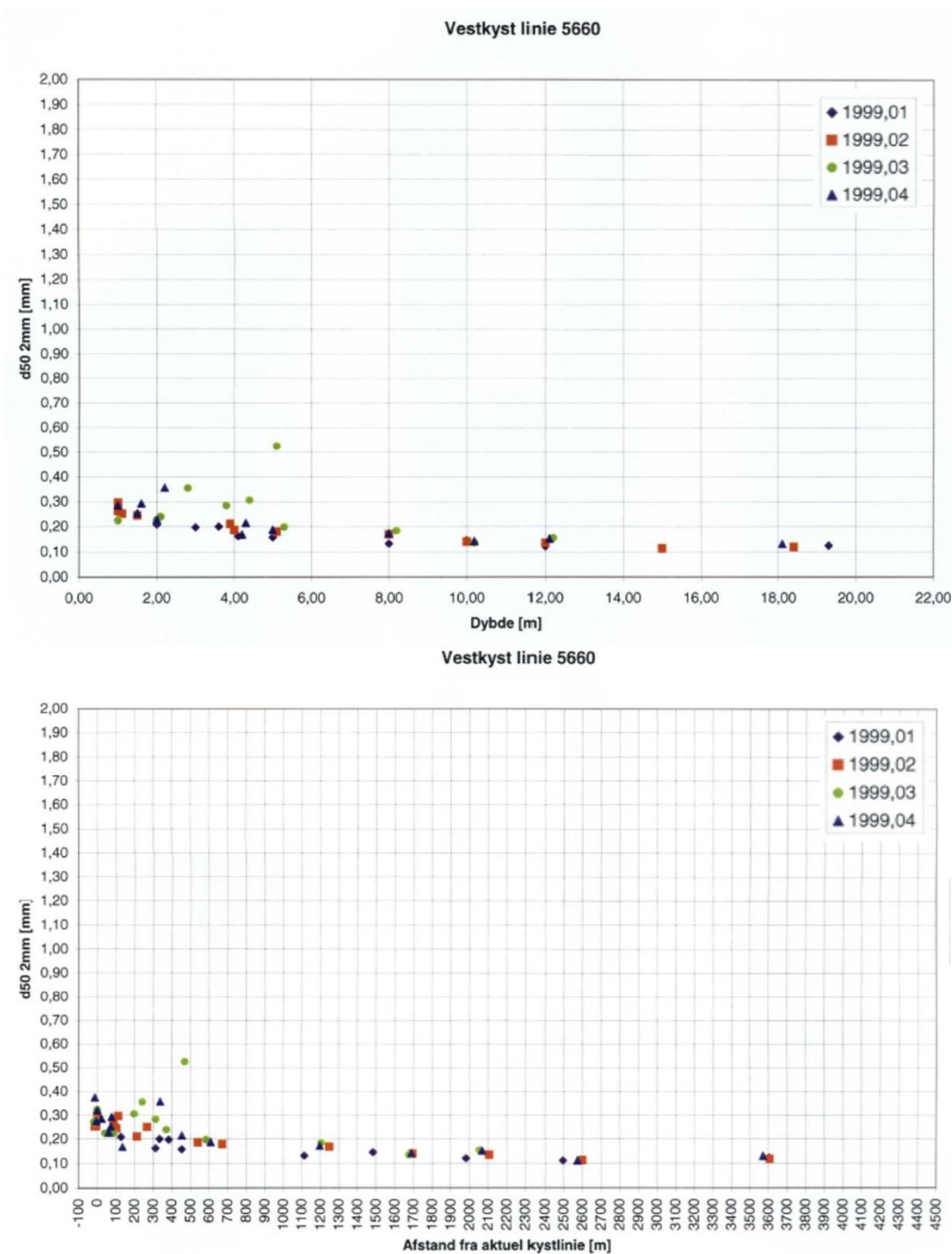
Prøverne udgør et øjebliksbillede og viser middelnørstørrelser mellem 0,16 til 0,45 mm (Tabel 2-11) svarende til fint til medium sand, hvilket ligger indenfor middelnørstørrelserne fundet i data fra 1999 ved vestkyst profil 5660, som er beliggende inden for hovedstrækningen Sdr. Holmsland Tange (Figur 2-14). Middelnørstørrelsen er generelt højest tættest på stranden (strandnær zone) og falder med afstanden til stranden, ligesom sorteringsgraden falder med stigende dybde (Tabel 2-11).

Tabel 2-11. Sedimentdata fra feltundersøgelserne i oktober 2018 på hovedstrækning 8, Sdr. Holmsland Tange. Prøvenummer, prøvens placering i kystprofilet, middelnørstørrelse (D50), sorteringsgrad, ler/silt fraktion (%), glødetab (%), min og max kørnstørrelse aflæst på kørnkurven og dybden (m). Prøverne er listet efter placering i kystprofilet. Sorteringsgraden er vurderet efter Larsen et al, (2009).²¹ Velsorteret betyder at kørnstørrelsen er ensartet og homogen.

Prøve	Strand-zone/ Strand-nær/ Trug/Re- vle/ Ydre strand- plan	Middel- kørn- størrelse (D50)	Sorte- rings- grad (D60/D 10)	ler/ silt %	Gløde- tab (%)	Min. (aflæst mm)	Max. (aflæst mm)	Dybde (m)
HS3	Strandnær	0.45	3.9	0.1	0.4	0.15	30	1.4
HS6	Strandnær	0.23	1.8	0	0.3	0.15	4	1.4
HS9	Strandnær	0.29	2.2	0.3	0.4	0.15	8	1.4
HS12	Strandnær	0.2	1.5	0	0.5	0.063	0.5	1.4
HS15	Strandnær	0.21	1.6	0	0.4	0.063	1	1.4
HS18	Strandnær	0.24	2.3	0	0.3	0.063	15	1.4
HS21	Strandnær	0.42	2.5	0	0.4	0.15	30	1.4
HS2	Revle	0.18	1.7	0.1	0.6	0.06	1	3.5
HS5	Revle	0.2	1.5	0.1	0.5	0.06	4	2.5
HS8	Revle	0.2	1.5	0	0.5	0.063	1	4.5
HS11	Revle	0.19	1.6	0.2	0.5	0.06	2	3.7
HS14	Revle	0.33	2.3	0.1	0.4	0.06	2	3
HS17	Revle	0.25	2.4	0	0.5	0.063	8	3.5
HS20	Revle	0.2	0.6	0.2	0.6	0.06	1	4
HS1	Ydre strandplan	0.18	1.8	0	0.5	0.06	1	4.5
HS4	Ydre strandplan	0.19	1.7	0.1	0.6	0.06	4	4.5
HS7	Ydre strandplan	0.19	1.6	0.1	0.6	0.06	2	4.8
HS10	Ydre strandplan	0.2	1.9	0.6	0.7	0.06	4	5.5
HS13	Ydre strandplan	0.19	1.7	0.2	0.6	0.06	2	4
HS16	Ydre strandplan	0.16	2.2	0.1	0.6	0.06	2	6
HS19	Ydre strandplan	0.17	2.1	0.6	0.8	0.06	4	5.2

²¹ Larsen et al. (2009). Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse. Dansk Geoteknisk Forening

Sedimentet har et meget lavt organisk indhold, illustreret ved en lav silt/ler fraktionen på 0-0,6 % og et lavt glødetab på 0,3-0,8 %.



Figur 2-14. Middelkornstørrelsen (d_{50}) ($d < 2\text{ mm}$) målt i 1999 i mm langs vestkystprofil 5660 beliggende på Sdr. Holmsland syd for Hvide Sande fordelt over fire sæsoner (1:vinter, 2:forår, 3:sommer, 4:efterår). Øverst: i forhold til dybden i meter, Nederst: i forhold til afstand fra kysten²².

²² Kystinspektoret. (December 1999). Sedimentanalyse, Vestkysten 1999. Kystinspektoret, Trafikministeriet.

3.4.2 Bundfauna

Ud af de 21 bundfaunaprøver fra prøvetagningsområdet var to prøver helt uden dyr. Figur 2-13 viser, hvor prøverne er indsamlet, mens det på Figur 2-15 og Figur 2-16 ses hvilket prøver, som var uden dyr, samt arts- og individantal i de enkelte prøver.

For prøvetagningsområdet Hvide Sande blev der i alt bestemt 308 dyr (1026 individer pr. m²) fordelt på 21 arter (Tabel 2-12). Individttætheden var stærkt domineret af to arter tilhørende storkrebs (*Bathyporeia elegans* 32%, *Urothoe poseidonis* 22%) samt en art af havbørsteorm (*Magelona mirabilis* 19%) som tilsammen udgjorde 72% af alle observerede individer. Biomassen blev domineret af kilemusling (*Donax vittatus*, 37 %), Amerikansk knivmusling (*Ensis leei*, tidligere *Ensis americanum*, 24 %) samt glat svømmekrabbe (*Liocarcinus holsatus*, 22%), som tilsammen udgjorde 83 % af biomassen (g tørvægt) i prøvetagningsområdet.

Tabel 2-12. Bundfaunadata fra prøvetagningsområdet Hvide Sande på hovedstrækning 8. Ud af de 21 bundfaunaprøver fra prøvetagningsområdet var to prøver helt uden dyr, prøve HS8 og HS9 på 1,4 og 4,5 m dybde. AMBI-værdierne for arterne er inkluderet i tabellen.

Område	Konservering	Prøveredskab	Delprøver	Areal (m ²)	Arter
Hvide Sande	Ethanol	Haps	21	0,3003	21

Klasse/art	Sum af antal	Sum af vådvægt	Sum af tørvægt	Gnm.sn. våd/tør	Antal/m ²	Vådvægt/m ²	Tørvægt/m ²	AMBI-værdi
Bivalvia (Muslinger)	16	5,945	3,197	1,794	53,280	19,797	10,645	
<i>Fabulina Fabula</i>	4	0,0313	0,176	1,789	13,320	1,041	0,586	1
<i>Angulus tenuis</i>	2	0,291	0,162	1,789	6,660	0,968	0,538	1
<i>Ensis leei</i>	4	2,956	1,141	2,590	13,320	9,844	3,799	1
<i>Donax vittatus</i>	6	2,386	1,718	1,399	19,980	7,944	5,721	1
Mala-costraca (Storkrebs)	188	4,558	1,134	6,306	626,041	15,179	3,778	
<i>Bathyporeia elegans</i>	99	0,174	0,024	6,960	329,670	0,578	0,080	1
<i>Urothoe poseidonis</i>	68	0,191	0,033	5,538	226,440	0,635	0,110	1
<i>Synchelidium haplocheles</i>	2	0,003	0,001	6,400	6,660	0,011	0,002	1
<i>Haustorius areanarius</i>	16	0,198	0,033	6,136	53,280	0,658	0,110	1
<i>Liocarcinus holsatus</i>	1	3,990	1,043	3,824	3,330	13,285	3,474	1
<i>Eurydice pulchra</i>	2	0,00	0,000	7400	6,660	0,012	0,002	1
Nemertini (Slimbændler)	3	0,070	0,019	3,543	9,990	0,232	0,064	
<i>Nemertini in-det</i>	3	0,070	0,019	3,543	9,990	0,323	0,064	3
Polychaeta (Havbørsteorme)	101	1,774	0,351	5,577	336,330	5,909	1,170	
<i>Magelona mirabilis</i>	55	0,380	0,077	5,181	183,150	1,265	0,257	1
<i>Nephtys cirrosa</i>	10	0,622	0,101	6,183	33,300	2,071	0,337	2
<i>Sciophanes bombyx</i>	13	0,053	0,012	5,019	43,290	0,176	0,040	3
<i>Scolelepis bonnierii</i>	16	0,239	0,052	6,022	3,330	0,795	0,171	3
<i>Nephtys hombergii</i>	1	0,020	0,003	5,909	3,330	0,065	0,011	2

<i>Capitella capitata</i>	1	0,001	0,000	5,500	6,660	0,004	0,001	5
<i>Lanice Conchilega</i>	2	0,207	0,042	4,810	3,330	0,689	0,141	2
<i>Pectinaria koreni</i>	1	0,249	0,063	3,934	3,330	0,828	0,210	4
<i>Spio martinensis</i>	1	0,001	0,000	6,500	3,330	0,004	0,001	3
<i>Paraonis fulgens</i>	1	0,004	0,000	7,000	3,330	0,012	0,002	3
Hovedtal	308	12,348	4,702	5,205	1025,641	41,117	15,656	

Resultatet af den statistiske analyse for artsdiversitets- og økologiske indeks udført på bundfaunadata indsamlet i prøvetagningsområdet Hvide Sande er præsenteret i Tabel 2-13. Samme oversigt for alle undersøgte prøvetagningsområder mellem Lodbjerg og Nymindegab kan ses i Tabel 2-15.

Tabel 2-13. Dataoversigt for bundfauna i prøvetagningsområdet Hvide Sande.

Parametre	Harbøre Tange
Antal prøver	21
Prøver uden dyr	2
Antal (pr. m ²)	1025
Antal arter (pr. 0,30 m ²)	21
Vådvægt (g/m ²)	41,12
Tørvægt (g/m ²)	15,66
Shannon H	2,04
Evenness J	0,67
AMBI	0,43
DKI	0,79

Shannon Wiener diversiteten (artsdiversiteten) er beregnet til 2,0 hvilket er indenfor normalområdet i de danske farvande, som typisk er 1,5-3,5. For at anvende dette indeks er det dog vigtigt, at der sammenlignes med prøver taget i samme miljø, da diversitetsindeks ikke kan tage højde for ændringer i eksempelvis substrat eller miljømæssige faktorer.

Den beregnede AMBI-værdi for prøvetagningsområdet Hvide Sande (Tabel 2-13) indikerer, at infaunasamfundet er forarmet og at området er uforstyrret²³. Klassificeringen af området som uforstyrret skal ses som et udtryk for, at faunasammensætningen domineres af arter, der lever i rent sand under uforurenedede forhold (=uforstyrret). Bundfaunasamfundet klassificeres som forarmet pga. forekomsten af flere gruppe III arter, specielt *Scolecopsis bonnieri* og *Spiophanes bombyx*, som er generalister, og som forekommer over et bredt spektrum af forhold. Deres tilstedeværelse i prøvetagningsområdet er altså ikke nødvendigvis et udtryk for forurening med f.eks. organisk stof, men mere et udtryk for at arterne trives under en bred vifte af forhold, herunder også på en stærkt dynamisk kyst.

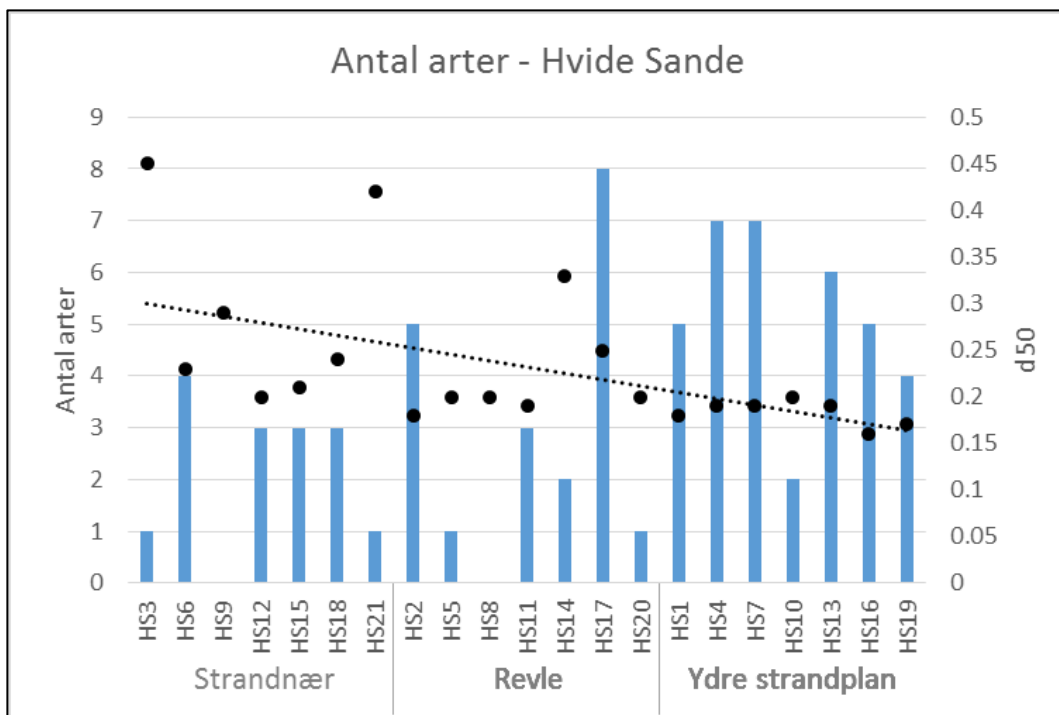
DKI-indeks værdien beregnet for prøvetagningsområdet Hvide Sande indikerer, at vandområdet kan kategoriseres som værende i god økologisk tilstand (Tabel 2-13). Dette indeks er udregnet ved brug af AMBI-værdien for området, der viser den overordnede sundhed af infaunasamfundet og graden af forstyrrelsen af området, kombineret med diversiteten i form af Shannon-Wiener-indekset, der giver den overordnede økologiske tilstand af området.

Parallelt med de indsamlede bundfaunaprøver blev der for samtlige bundfaunaprøver også indsamlet en sedimentprøve. Afstanden mellem de parallelle bundfauna og sedimentprøver var gennemsnitligt ca. 13 m for prøvetagningsområdet Hvide Sande. Alle sedimentprøver er indsamlet parvist på samme del af profilet som bundfaunaprøverne. Sedimentprøverne blev analyseret for D50 (middeldkornsstørrelsen), sorteringsgraden (D60/D10), ler/silt procenten og organisk indhold (glødetab %). Herudover blev det vurderet ud fra dybdeforhold og ortofotos, hvor på kystprofilet alle prøver var indsamlet. Kystprofilet blev til denne sammenligning opdelt i (fra vandkant og ud): Forstrand, strandnær zone, trug, revle, ydre strandplan (Figur 1-5). Analyser af de vigtigste miljøvariable for sammensætningen af bundfaunasamfundet kan ses under afsnit 3.5.

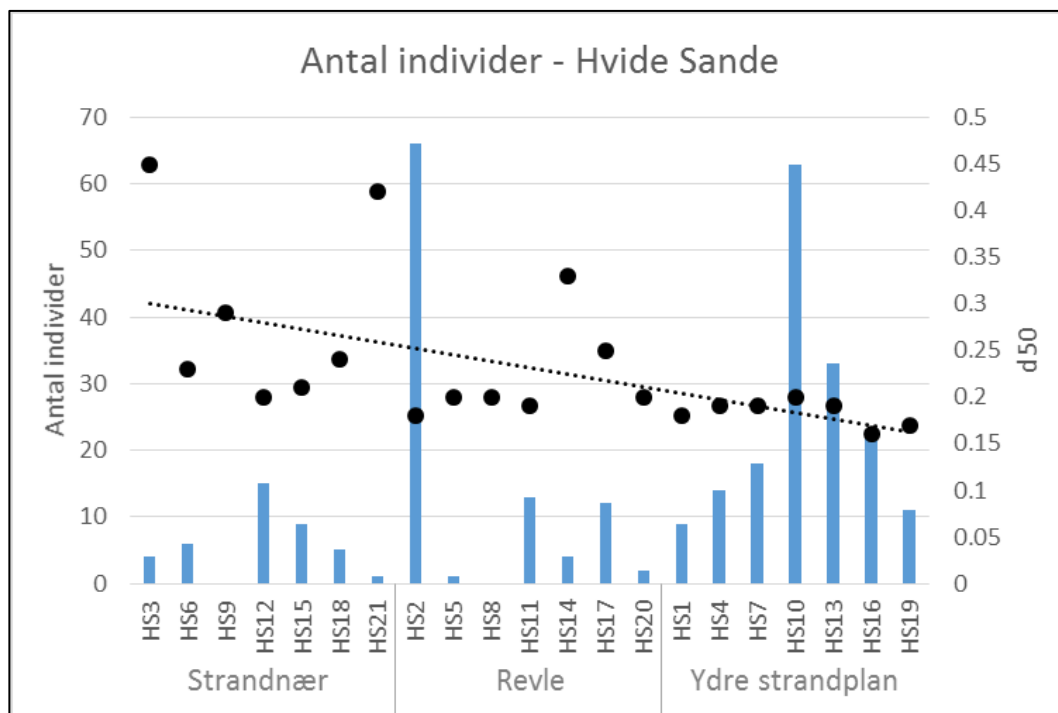
²³ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

Figur 2-15 viser artsantallet og D50 i de enkelte prøver i prøvetagningsområdet Hvide Sande. Der blev ikke observeret dyr i to af de indsamlede bundfaunaprøver ved Hvide Sande: én strandnært og én revle prøve (HS9 og HS8).

D50 var større i den strandnærezone ($0,29 \pm 0,10$) end på revlen ($0,22 \pm 0,05$) og det ydre strandplan ($0,18 \pm 0,01$), ligesom variationen mellem prøverne indsamlet på forskellige dele af strandplanet aftog med øget afstand til kysten. Der var i gennemsnit $2,1 \pm 1,5$ arter pr. delprøve i den strandnære zone; $2,9 \pm 2,8$ på revlen og $5,1 \pm 1,8$ på det ydre strandplan (se Figur 2-15). Antallet af individer var i gennemsnit $5,7 \pm 5,1$ pr. delprøve i den strandnære zone; $14 \pm 23,5$ på revlen og $24,3 \pm 18,9$ på det ydre strandplan (Figur 2-16).



Figur 2-15. Artsantal i de enkelte bundfaunaprøver i prøvetagningsområde Hvide Sande i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret kan det ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er D50 (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen (sort stiple linje) for D50 er tilføjet.



Figur 2-16. Individantallet i de enkelte bundfaunaprøver i prøvetagningsområde Hvide Sande i 2018 (blå søjler). Under prøvenummeret kan det ses, hvor de enkelte prøver er placeret på profilet. På højre y-akse er (sorte punkter, mm) angivet fra samme lokalitet, hvor de enkelte bundfaunaprøver er indsamlet. Trendlinjen for d50 (sort stiple linje) er tilføjet.

3.5 Sammenligning mellem prøvetagningsområderne

Der er foretaget en sammenligning mellem data og statistiske resultater for de fire prøvetagningsområder i det følgende.

Sammenligning af arter

Der blev fundet i alt 30 arter i de fire prøveområder (

Tabel 2-14). Sammenligning af bundfaunadataene fra de fire prøvetagningsområder langs Lodbjerg - Nymindegabstrækningen viser, at bundfaunasamfundet generelt bestod af få arter med relativ høj individ tæthed, mens resten af arterne var fåtallige. Det er generelt det samme bundfaunasamfund, som ses i prøvetagningsområderne med naturlig variation især i arter med forekomst af få individer (

Tabel 2-14). Individantallet var domineret af havbørsteormene *Magelona mirabilis* og *Scolecopsis bonnieri* og tanglopperne *Bathyporeia elegans*, *Urothoe poseidonis* og *Haustorius arenarius* i alle fire prøvetagningsområder. Langt de fleste arter forekom i to eller flere prøvetagningsområder.

Tabel 2-14. Sammenligning af artssammensætning og antal i de fire prøvetagningsområder. Sort fed skrift angiver totalt antal for klassen. Røde tal angiver arter, der dominerer individantallet.

Prøvetagningsområde	Dansk navn	Agger Tange	Harboøre Tange	Thorsminde	Hvide sande
Hovedstrækning		1	2/3	4/5	8
Klasse/art					
Bivalvia (Muslinger)		3	16	36	16
<i>Fabulina fabula</i>	Stribet tallerkenmusling	2	1	3	4
<i>Mactra stultorum</i>	Smuk trugmusling		1	4	
<i>Angulus tenuis</i>	Alm. tallerkenmusling		1	2	2

Prøvetagningsområde	Dansk navn	Agger Tange	Harboøre Tange	Thorsminde	Hvide sande
<i>Ensis leei</i>	Amerikansk knivmusling		1	4	4
<i>Mytilus edulis</i>	Blåmusling			1	
<i>Donax vittatus</i>	Kilemusling	1	12	22	6
Echinoidea (Søpindsvin)			1	3	
<i>Echinocardium cordatum</i>	Alm. sømus		1	3	
Malacostraca (Storkrebs)		20	86	37	188
<i>Pontocrates altamarinus</i>		1	1	2	
<i>Bathyporeia elegans</i>		3	41	2	99
<i>Urothoe poseidonis</i>		4	12	18	68
<i>Synchelidium haplocheles</i>		3	3		2
<i>Eurydice pulchra</i>				2	
<i>Haustorius arenarius</i>		9	29	13	16
<i>Liocarcinus holsatus</i>					1
<i>Eurydice pulchra</i>					2
Nemertini (Slimbændler)		2	8	4	3
<i>Nemertini indet.</i>		2	8	4	3
Polychaeta (Havbørsteorme)		100	45	165	101
<i>Magelona mirabilis</i>		64	19	120	55
<i>Nephtys cirrosa</i>		4	4	9	10
<i>Spiophanes bombyx</i>		2		8	13
<i>Scolecopsis bonnieri</i>		28	18	4	16
<i>Nephtys hombergii</i>			1	12	1
<i>Capitella capitata</i>				5	1
<i>Nephtys caeca</i>				1	
<i>Arenicola marina</i>		1		1	
<i>Eteone longa</i>		1		4	
<i>Lanice conchilega</i>			1	1	2
<i>Pectinaria koreni</i>			1		1
<i>Owenia fusiformis</i>			1		
<i>Spio martinensis</i>					1
<i>Paraonis fulgens</i>					1
Hovedtal		125	156	245	308

Dataoversigt for de fire prøvetagningsområder

Data fra bundfaunaprøverne fra de fire prøvetagningsområder og den tilhørende statistik er vist i Tabel 2-15, som viser, at antallet af individer generelt stiger fra Agger Tange i nord til Hvide Sande i syd. Artsantallet varierer lidt mere men er også lavest ved Agger Tange. Artsantallet og biomassen er højest ved Thorsminde, formodentligt pga. forholdsvis flere prøver på det ydre strandplan, hvor der er flest bundfauna arter og individer.

Shannon Wiener diversiteten (artsdiversiteten) ligger indenfor normalområdet i alle fire prøvetagningsområder, som typisk er 1,5-3,5. For at anvende dette indeks er det dog vigtigt, at der sammenlignes med prøver taget i samme miljø, da diversitetsindeks ikke kan tage højde for ændringer i eksempelvis substrat eller miljømæssige faktorer.

Tabel 2-15. Dataoversigt for de fire prøvetagningsområder på strækningen ved Lodbjerg - Nyminddegab. Zone 0 = Forstrand, zone 1 = strandnær zone, zone 2 = revle, zone 4 = ydre strandplan havværts for revlen.

Parameter	Agger Tange	Harboøre Tange	Thorsminde Tange	Hvide Sande
Antal (individer pr. m²)	416	519	816	1026
Antal arter (pr. 0,30 m²)	14	19	23	21

Parameter	Agger Tange	Harboøre Tange	Thorsminde Tange	Hvide Sande
Vådvægt (g/m ²)	12,61	22,67	235,57	41,12
Tørvægt (g/m ²)	2,87	10,94	138,15	15,66
Shannon H	1,62	2,21	2,06	2,04
Evenness J	0,61	0,75	0,66	0,67
AMBI	0,88	0,61	0,55	0,43
DKI	0,73	0,82	0,78	0,79
Tomme prøver	8	1	2	2
Antal prøver i zone 0/1/2/3/4	7/0/0/7/7	0/2/4/8/7	0/4/0/6/11	0/7/0/7/7

AMBI- og DKI-indekset er udviklet til at afspejle økologisk kvalitet af makrofauna. Det er vigtigt, at der ikke sammenlignes resultaterne præsenteret i denne rapport med resultater fra områder med andre miljøforhold (f.eks. fysiske forhold, grad af forstyrrelse, næringsstofbelastning). Indeksene anvendes derfor primært til at se på forskelle indenfor samme lokalitet/station samt ændringer over tid.

AMBI-værdien (Tabel 2-15) beregnet for alle fire prøvetagningsområder indikerer, at infaunasamfundet er forarmet og at området er uforstyrret²⁴. Et uforstyrret område med et forarmet infaunasamfund, betyder, at der i infaunasamfundet findes et antal arter, hvis faunagrupperinger forårsager en ændring i den samlede AMBI-værdi for området, der indikerer et infaunasamfund, som er udsat for en vis grad af forurening f.eks. gruppe III-arter. Andelen af arter tilhørende gruppe II-V er dog fortsat lavt i prøvetagningsområderne, hvorfor prøvetagningsområderne fortsat klassificeres som uforstyrret.

DKI-indeksværdien beregnet for prøvetagningsområdet Agger Tange, Thorsminde Tange og Hvide Sande indikerer, at vandområdet kan kategoriseres som værende i god økologisk tilstand. For Harboøre Tange kategoriseres vandområdet som høj økologisk tilstand. Dette indeks er udregnet ved brug af AMBI-værdien for prøvetagningsområdet, der viser den overordnede sundhed af infaunasamfundet og graden af forstyrrelsen af prøvetagningsområdet, kombineret med diversiteten i form af Shannon-Wiener-indekset, der giver den overordnede økologiske tilstand af området.

Primer

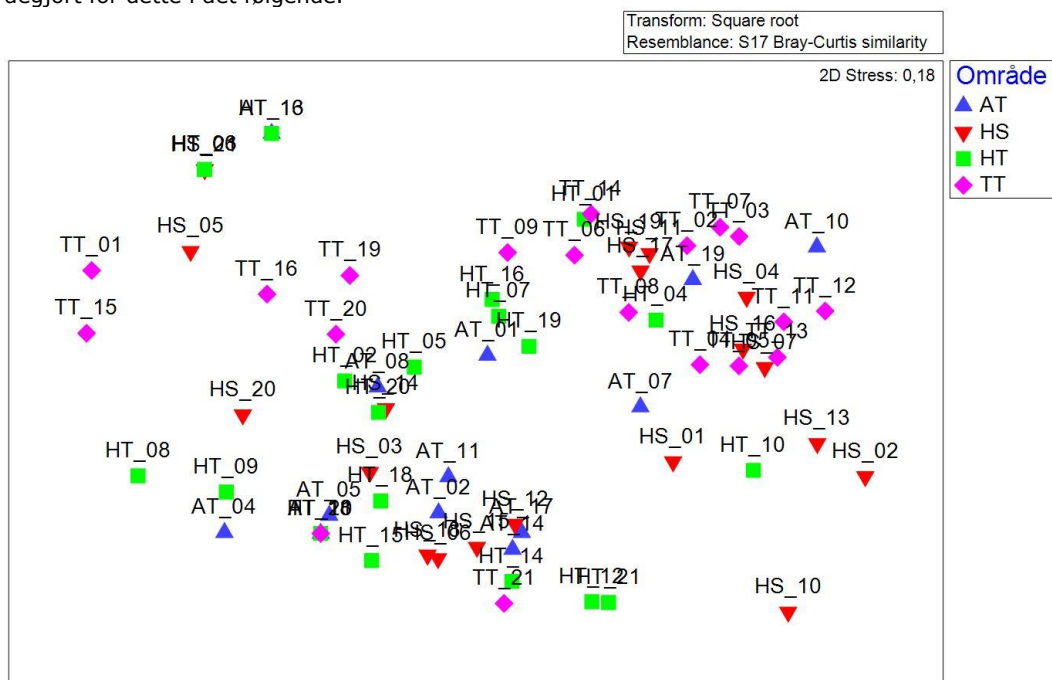
Primer analyser og model er udført for at undersøge om prøvetagningsområderne adskiller sig signifikant fra hinanden samt for at undersøge om variationen i bundfaunaen kan forklares ud fra variationen i miljøet i de fire prøvetagningsområder langs hele strækningen ved Lodbjerg - Nymindegab. Prøver uden dyr indgår ikke i analysen. Der indgår således ikke prøver fra forstanden (0,5 m), der blev indsamlet ved Agger Tange. Herudover var der seks prøver uden dyr i de fire prøvetagningsområder, som ikke indgår i analyserne udført i Primer 7 (AT13, HS8, HS9, HT17, TT10 og TT17).

Antal af arter og diversitetsindekset afslører ikke, om sammensætningen af bundfauna ændrer sig mellem de undersøgte prøvetagningsområder samt hvor på kystprofilen prøverne er indsamlet. Der anvendes derfor Bray-Curtis-similaritetsindeks til at identificere adskilte grupper. Bray-Curtis-

²⁴ Borja et al. (2000). Borja A, Franco J, Pérez V (2000): A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40(12):1100-1114.

similaritetsindeks kan afbildes på MDS-plot (multi-dimensionel-skalering) (se Figur 2-17 og Figur 2-18).

Figur 2-17 viser MDS plottet for de fire prøvetagningsområder indsamlet i 2018 på strækningen ved Lodbjerg - Nymindegab. MDS-plottet viser ikke en tydelig adskillelse i prøveområderne. En tilhørende statistisk test, i form af en ANOSIM analyse viste statistiske forskelle i bundfaunasammensætningen for de fire prøvetagningsområder ($p < 0,05$), dog med en lav grad af adskillelse mellem prøvetagningsområderne (Global $R = 0,07$). Den parvise test viste samtidigt, at det var bundfaunaen i prøvetagningsområdet Thorsminde Tange (TT), der var forskellig fra områderne Agger Tange (AT) og Harbøre Tange (HT) (Tabel 2-16) ($R = 0,15-0,16$, $p < 0,05$). Denne forskel skyldes dog skævvredne data (biased data) for Thorsminde Tange i form af flere prøver fra det ydre strandplan med flest arter og individer end i de andre tre prøvetagningsområder. Der er redegjort for dette i det følgende.

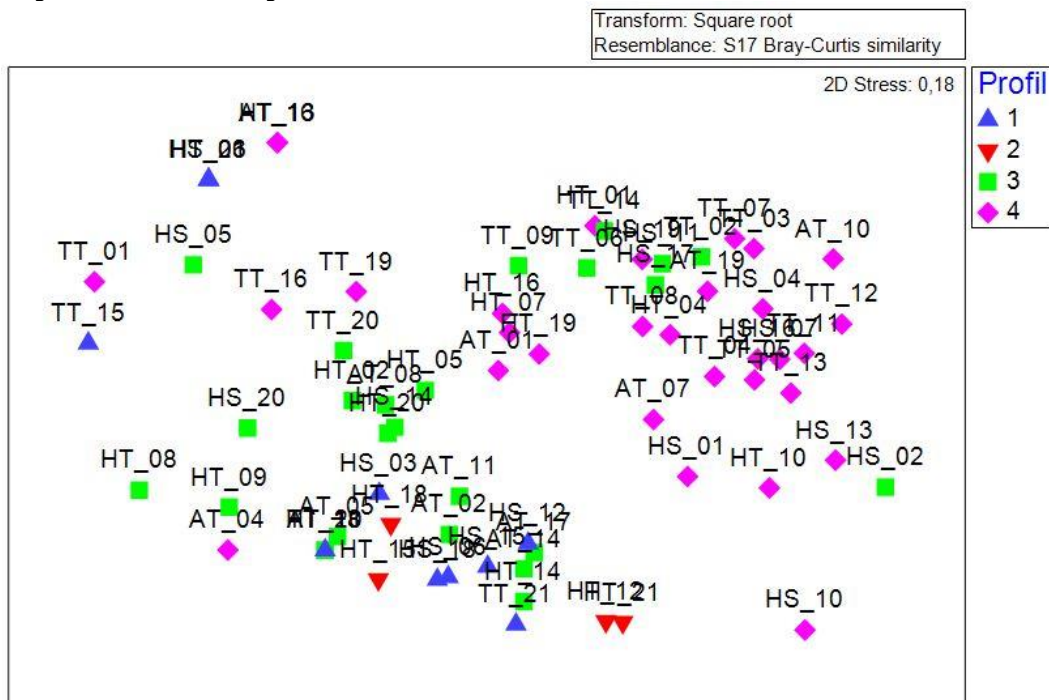


Figur 2-17. MDS-plot som giver en visuel præsentation af forskellighederne mellem prøver opdelt på prøvetagningsområderne (AT = Agger Tange, HT = Harbøre Tange, TT = Thorsminde Tange og HS = Hvide Sande) ved hjælp af analyser lavet ud fra Bray-curtis similaritetsindex, som er beregnet på baggrund af de enkelte arters tilstedeværelse og deres tætheder i de enkelte bundfaunaprøver. Prøvenummeret er angivet efter forkortelsen for prøvetagningsområdet _XX.

Figur 2-18 viser MDS plottet for de fire prøvetagningsområder fordelt i forhold til deres placering på profilet. Her ses nogen grad af adskillelse mellem hvor på profilet prøverne er indsamlet særligt i forhold til dem indsamlet på det ydre strandplan (4) og de øvrige dele af profilet (1: strandnær, 2: trug og 3: revle). En tilhørende statistisk test, i form af en ANOSIM viste statistiske forskelle i bundfaunasammensætningen ud fra hvor på profilet bundfaunaprøverne var indsamlet ($p < 0,01$) og adskillelse i bundfaunasamfundet i nogen grad var bestemt af hvor på profilet prøven var indsamlet (Global $R=0,23$). Den parvise test viste samtidigt, at det var bundfaunaprøverne fra det ydre strandplan, som var signifikant forskellige i forhold til de øvrige placeringer på profilet ($R_{0,22-0,40}$, $p > 0,03$; Tabel 2-17).

For Thorsminde Tange var der indsamlet 11 prøver på det ydre strandplan, sammenlignet med syv prøver for hver af de øvrige hovedstrækninger, hvilket svarer til 52% af det samlede antal prøver taget ved Thorsminde sammenlignet med 33% for AT og 33% for HT (Tabel 2-16). Dette er formodentligt årsagen til, at Thorsminde Tange var signifikant forskellig fra AT og HT, da den øgede mængde af data fra det ydre strandplan (hvor der overordnet var flere arter og flere

individer end i de øvrige zoner) har skævvredet (biased) den overordnede infaunasammensætning for Thorsminde Tange.



Figur 2-18. MDS-plot som giver en visuel præsentation af forskellighederne mellem prøver og deres placering på profilet (1: strandnær, 2: trug, 3: revle og 4: ydre strandplan) ved hjælp af analyser lavet ud fra Bray-curtis similaritetsindex, som er beregnet på baggrund af de enkelte arters tilstedeværelse og deres tætheder i de enkelte bundfauna-prøver. AT = Agger Tange, HT = Harboøre Tange, TT = Thorsminde Tange og HS = Hvide Sande. Prøvenummeret er angivet efter forkortelsen for prøvetagningsområdet _XX.

Tabel 2-16. ANOSIM parvis sammenligning mellem områder. * angiver signifikant forskel.

Områder	R	Signifikans niveau
AT -HS	0,02	0,250
AT-HT	0,02	0,650
AT-TT	0,15	0,020*
HS-HT	0,05	0,107
HS-TT	0,04	0,150
HT-TT	0,16	0,005*

Tabel 2-17. ANOSIM parvis sammenligning mellem placering på profilet. * angiver signifikant forskel.

Placering i profilet	R	Signifikans niveau
1, 2	0,02	0,308
1, 3	0,09	0,122
1, 4	0,40	0,002*
2, 3	0,02	0,372
2, 4	0,30	0,039*
3, 4	0,22	0,001*

Derfor kan det konkluderes, at de statistiske forskelle, der var i bundfaunasammensætningen for de fire områder sandsynligvis skyldes biased data, og at områderne langs strækningen ved Lodbjerg - Nymindegab kan vurderes som værende overordnet ens.

Det blev derefter undersøgt, hvor meget de indsamlede miljøvariable og prøvernes placering på kystprofilen kunne forklare af den observerede forskel mellem forekomst af bundfaunaarter og antal individer i bundfaunaprøverne (DistLM, Primer 7). Denne analyse blev udført samlet for bundfaunaprøverne i alle fire prøvetagningsområder på strækningen ved Lodbjerg - Nymindegab og medtog ikke prøver uden dyr.

De inkluderede miljøvariable var:

- Sorteringsgrad (D60/D10)
- Middelkornstørrelsen D50
- Silt/ler fraktionen (%)
- Glødetab (%)
- Bundfaunaprøvernes placering på kystprofilen (opdelt i Forstrand, Strandnær zone, Trug, Revle og Ydre strandplan)
- Prøvetagningsområde (AT, HT, TT, HS)

Alle "miljøvariable", på nær prøvetagningsområde, var signifikante og havde samlet set en forklaringsgrad (korrelationskoefficienten) på 23,6% af variation i bundfaunadata. Placeringen på profilen var den variable, som alene havde den højeste forklaringsgrad (11%), herefter kom % glødetab (8%) og dybde (6%) (DistLM marginaltest, hver variabel testet hver for sig) (Tabel 2-18). Prøvetagningsområdet forklarer i denne analyse 3% af variationen, men er ikke signifikant.

Tabel 2-18. Resultaterne for marginal test. Bidrag i % (prop. %) af de medtagede miljøvariable i forhold til Bray-curtis similaritetsindex, som er beregnet på baggrund af de enkelte arters tilstedeværelse og deres tætheder i de enkelte bundfaunaprøver. * angiver at variabelen bidrager signifikant til at beskrive variationen i bundfaunadata.

Variabel	Bidrag (%)	Signifikans niveau (P)
Placering på kystprofilen (PK)	10,9	0,001*
Glødetab	7,9	0,001*
Dybde (m)	6,7	0,001*
D60/d10	5,1	0,004*
Ler/silt %	5,0	0,002*
D50	4,0	0,001*
Prøvetagningsområde	3,1	0,052

Hvis der ses på den overordnede Best-solution model (den bedste model ved kombination af flere variable), så var placeringen på profilen fortsat den variable, som alene havde den højeste forklaringsgrad (11%) i forhold til de enkelte arters tilstedeværelse og deres antal i prøverne (Tabel 2-18). Den bedste model med to variable inkluderede placeringen på profilen og glødetabet (16%) (Tabel 2-19). Mens den bedste model med tre variable inkluderede placeringen på profilen, glødetabet og D50 (19%) (DistLM Best, Primer 7) (Tabel 2-19).

Tabel 2-19. Resultaterne for "Best solution" modellen. R² angiver "forklaringsgrad" af de medtagede miljøvariable i forhold til Bray-curtis similaritetsindex, som er beregnet på baggrund af de enkelte arters tilstedeværelse og deres tætheder i de enkelte bundfaunaprøver.

Variabel	R ²	Antal variable
Placering på kystprofilen (PK)	11	1
PK, Glødetab	0,16	2
PK, Glødetab, D50	0,19	3
PK, Glødetab, D50, Område	0,20	4
PK, Glødetab, D50, Område, Ler/silt %	0,21	5
PK, Glødetab, D50, Område, Ler/silt %, D60/d10	0,22	6
PK, Glødetab, D50, Område, Ler/silt %, D60/d10, Dybde (m)	0,23	7

4. KOORDINATLISTE FOR FELTINDSAMLING

Positioner Agger Tange			
	Position N (DDM)		Position Ø (DDM)
AT_01		56°43,970	8°13,073
AT_02		56°43,989	8°13,160
AT_03		56°43,980	8°13,418
AT_04		56°44,712	8°13,160
AT_05		56°44,723	8°13,236
AT_06		56°44,687	8°13,493
AT_07		56°45,348	8°13,146
AT_08		56°45,369	8°13,259
AT_09		56°45,320	8°13,566
AT_10		56°46,124	8°13,231
AT_11		56°46,116	8°13,357
AT_12		56°46,131	8°13,672
AT_13		56°46,595	8°13,364
AT_14		56°46,623	8°13,471
AT_15		56°46,529	8°13,689
AT_16		56°47,402	8°13,562
AT_17		56°47,397	8°13,688
AT_18		56°47,384	8°13,899
T_19		56°48,006	8°13,817
AT_20		56°47,960	8°13,914
AT_21		56°47,939	8°14,136

Positioner Harboøre Tange			
	Position N (DDM)		Position Ø (DDM)
HT_01	56°31,858		8°06,706
HT_02	56°31,864		8°06,765
HT_03	56°31,895		8°07,005
HT_04	56°33,183		8°06,997
HT_05	56°33,203		8°07,019
HT_06	56°33,199		8°07,370
HT_07	56°35,921		8°08,158
HT_08	56°35,913		8°08,262
HT_09	56°35,905		8°08,304
HT_10	56°37,167		8°08,555
HT_11	56°37,171		8°08,657
HT_12	56°37,173		8°08,734
HT_13	56°37,866		8°08,857
HT_14	56°37,838		8°08,974
HT_15	56°37,811		8°09,023
HT_16	56°40,177		8°10,045
HT_17	56°40,134		8°10,104
HT_18	56°40,146		8°10,155
HT_19	56°40,819		8°10,608
HT_20	56°40,816		8°10,670
HT_21	56°40,795		8°10,738

Positioner Thorsminde Tange		
	Position N (DDM)	Position Ø (DDM)
TT_01	56°20,240	8°06,657
TT_02	56°20,263	8°06,745
TT_03	56°20,232	8°06,708
TT_04	56°21,289	8°06,673
TT_05	56°21,285	8°06,706
TT_06	56°21,270	8°06,760
TT_07	56°23,028	8°06,550
TT_08	56°23,022	8°06,563
TT_09	56°23,033	8°06,592
TT_10	56°23,978	8°07,070
TT_11	56°23,916	8°06,618
TT_12	56°23,970	8°06,620
TT_13	56°25,065	8°06,638
TT_14	56°25,077	8°06,666
TT_15	56°25,034	8°07,139
TT_16	56°26,088	8°06,639
TT_17	56°26,125	8°06,735
TT_18	56°26,197	8°07,238
TT_19	56°27,196	8°06,843
TT_20	56°27,208	8°06,866
TT_21	56°27,236	8°07,374

Positioner Hvide Sande		
	Position N (DDM)	Position Ø (DDM)
HS_01	55°52,481	8°08,722
HS_02	55°52,479	8°08,805
HS_03	55°52,446	8°09,303
HS_04	55°53,525	8°08,561
HS_05	55°53,529	8°08,679
HS_06	55°53,517	8°09,153
HS_07	55°54,923	8°08,368
HS_08	55°54,945	8°08,456
HS_09	55°54,997	8°08,884
HS_10	55°55,788	8°08,205
HS_11	55°55,806	8°08,371
HS_12	55°55,849	8°08,698
HS_13	55°56,606	8°07,938
HS_14	55°56,618	8°07,996
HS_15	55°56,710	8°08,551
HS_16	55°57,926	8°07,275
HS_17	55°57,979	8°07,584
HS_18	55°58,058	8°08,004
HS_19	55°58,763	8°07,151
HS_20	55°58,766	8°07,290
HS_21	55°58,847	8°07,708