

# WWF og By og Havn

## Monitering af ålegrus og biohuts

24-03-2026

22007221





# Dokumentdistribution

## WWF og By og Havn – monitorering i Københavns havn

### Monitorering af ålegrus og biohuts

24-03-2026

22007221

#### Udarbejdet for

WWF - Verdensnaturfonden  
Svanevej 12  
2400 Copenhagen NV.

og

By og Havn  
Nordre Toldbod 7  
1259 København K

#### Udarbejdet af

WSP Danmark A/S  
Sønderhøj 8  
8260 Viby

Kvalitetskontrol	Navn	Dato
Udarbejdet af	Benjamin Pedersen Christensen	24-03-2026
Kvalitetssikret af:	Louise Dahl Kristensen	24-03-2026
Godkendt af:	Lasse Juul-Olsen	24-03-2026
Projektleder	Louise Dahl Kristensen	24-03-2026

---

# Indholdsfortegnelse

---

<b>1.</b>	<b>Baggrund</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Metode</b>	<b>5</b>
2.1	Ålegrus	5
2.2	Biohuts	5
<b>3.</b>	<b>Resultater</b>	<b>7</b>
3.1	Ålegrus	7
3.1.1	Dykkerobservationer – dag	7
3.1.2	ROV-optagelser – nat	9
3.2	Biohuts	9
3.2.1	Fisk i biohuts	11
3.2.2	Invertebrater i biohuts	16
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>21</b>
4.1	Ålegrus	21
4.2	Biohuts	22
4.2.1	Erfaringer fra biohuts i dansk farvand	24
<b>5.</b>	<b>Referencer</b>	<b>26</b>

---

# 1. Baggrund

---

WWF og By og Havn har i igennem de senere år arbejdet for et bedre havmiljø i Københavns havn. Videnskabelige undersøgelser har vist, at juvenile ål (glasål) har en præference for hårdbundshabitater bestående af mindre sten, hvor ålene kan søge refugie. WWF og By og Havn har derfor skabt habitater målrettet juvenile ål, idet man har lagt ral ud i Teglværkshavnen i november 2023 og navngivet habitatet ålegrus. Ovenpå rallen er der yderligere udlagt adskillige teglrør, der er tiltænkt som endnu et element, der skal fungere som refugie for ål.

Derudover er der 12 steder i havnen ophængt biohuts. Biohuts består af to metalgitter – et ydre og et indre med mindre maskestørrelse, hvor det indre gitter er fyldt med østersskaller. Formålet med biohuts er at skabe et tredimensionelt habitat, hvor småfisk kan søge tilflugt inde i biohut'en og dermed undgå prædation fra større fisk og fugle, yderligere kan mindre krebsdyr tiltrækkes af biohut'en og udgøre fødeemner for fisk. Biohuts er udviklet af firmaet Ecocean og de patenterede biohuts er opsat i flere europæiske havne. WWF og By og Havn har opsat biohuts i juni og september 2021 og juni 2022, og de har dermed nu været i funktion i henholdsvis 4 og 3 år.

WWF og By og Havn har kontaktet WSP med henblik på monitorering af effekterne af ålehabitater og biohuts. WSP har stor erfaring med dykkerundersøgelser og monitorering af havmiljøet i almindelighed, og har desuden et stort kendskab til Københavns havn, hvor der gennem de seneste 20 år er udført adskillige undersøgelser for bl.a. By & Havn, Københavns kommune samt Sund & Bælt.

I nærværende notat beskrives metoden samt resultaterne af monitoreringen udført af WSP.

---

## 2. Metode

---

### 2.1 Ålegrus

Der blev gennemført undersøgelser på ålegrus og de udlagte teglrør for at vurdere, hvor mange ål, der benytter sig af ålegrus og teglrør udlagt ovenpå stenene. Til undersøgelserne blev der anvendt to metoder, hvoraf den første var dykkerundersøgelser af ålegrus og teglrør, og den anden er en stationær placering af ROV (remote operated vehicle) med udsyn til grus og teglrør, hvor videooptagelser skulle observere den potentielle tilstedeværelse af ål. Undersøgelserne blev foretaget hhv. dag og nat.

Dykkerundersøgelserne foregik d. 11. september 2025 og tog udgangspunkt i fysiske undersøgelser med dykker. Dykkeren foretog en manuel "udrustning" af 100 ud af 200 udlagte teglrør med paralenz og registrering af forekomst af ål. Imens dykkeren gennemfører undersøgelserne, blev observationerne af diverse fisk og større invertebrater kommunikeret videre til lineføreren og noteret i en logbog ombord på monitoringsfartøjet.

Efter hver inspektion af et teglrør, blev røret markeret med et kryds med fedtfarve, så det blev sikret, at hvert rør kun blev undersøgt én gang. Undersøgelserne blev videofilmet med en Paralenz-UV med risiko for begrænset sigt pga. af det manuelle arbejde på bunden.

ROV-optagelserne foretaget natten mellem d. 9. og 10. september blev udført vha. en ROV, som blev placeret på havbunden på det udlagte ålegrus på en fast lokalitet med "udsigt" til to teglrør. ROV'en filmede i ca. 5 min pr. gang med et interval på 30 min. Der blev i alt udført 11 optagelser over en periode på ca. 5,5 timer. Piloten var placeret på en nærliggende kajkant og observationerne af fauna blev nedskrevet i logbog løbende til senere analyse. Efterfølgende blev videoerne set igennem for at kvalitetssikre at alle arter blev registreret. Under hver optagelse, blev observationer af fauna nedskrevet som observation af en given art indenfor hver optagelse. Hvis flere individer inden for samme art blev observeret i samme videosekvens, blev den art optalt som én observation i den videosekvens. Opgørelserne for antal observationer er derfor antallet af videosekvenser med tilstedeværelsen af en given art.

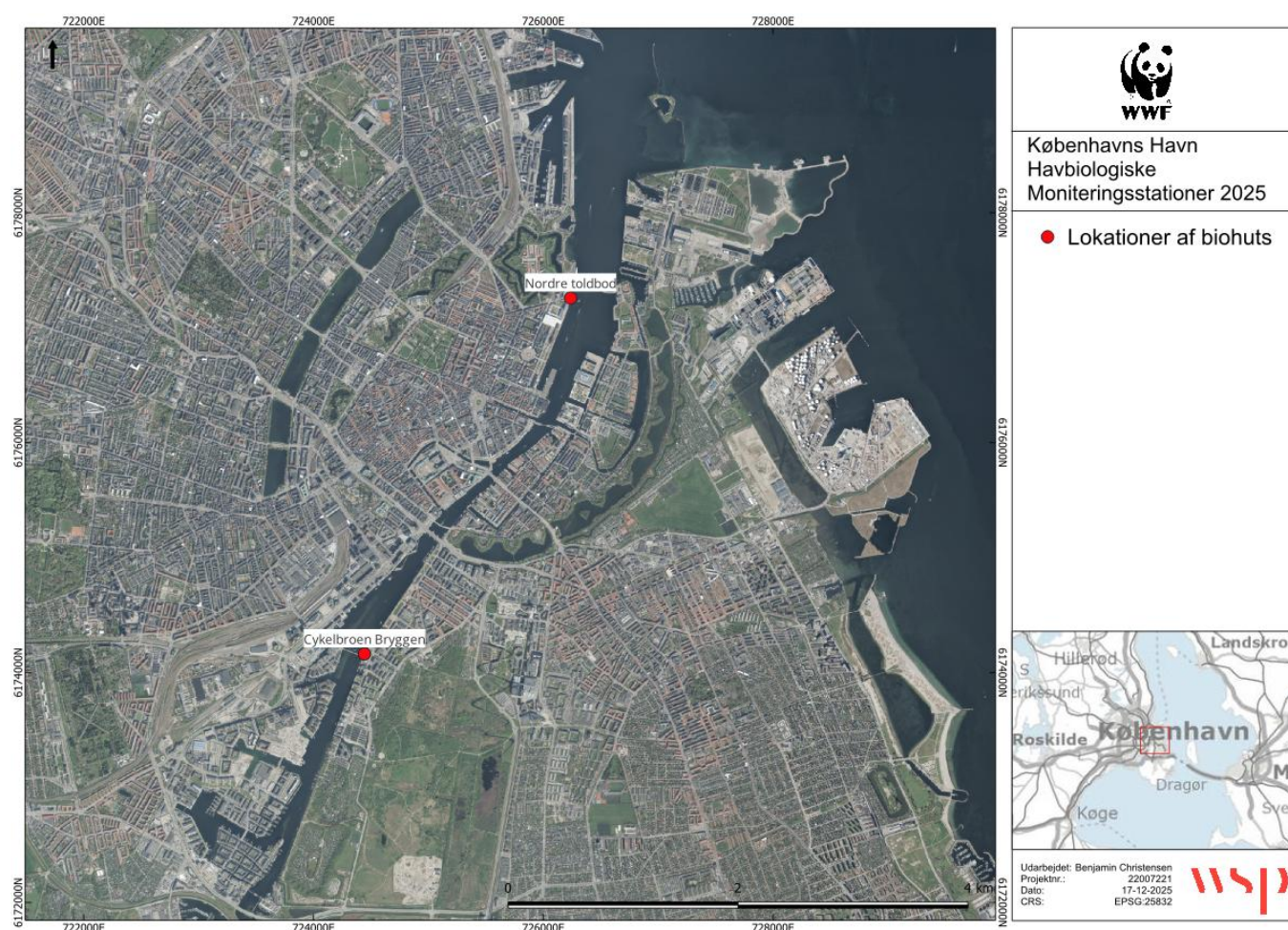
### 2.2 Biohuts

De biologiske samfund blev undersøgt på udvalgte Biohuts i Københavns havn. Der blev udvalgt to forsøgslokaliteter; Nordre Toldbod og Cykelbroen Bryggen (se Figur 2-1). På hver lokation blev tre biohuts udvalgt og undersøgt. Herudover er der med et finmasket fiskenet foretaget netsweeps af vandmasserne foran biohuts og på kontrolstationer foran spunsvæggen i samme dybde som biohuts ville være placeret. I det følgende er undersøgelserne beskrevet dels fra kajkanten og dels fra båden beskrevet i nærmere detalje.

**Fra kajkanten:** Der blev fisket med håndholdt planktonnet med en maskestørrelse på 0,5-1 mm. Nettet blev sænket ned under biohut'en og trukket op langs biohut'en, så invertebrater m.m. blev indfanget i nettet. Nettet blev rystet/tømt ned i en bakke og konserveret til senere analyse. Der blev fisket med

planktonnet foran hver biohut. Undersøgelserne blev gentaget på to biohut-lokaliteter og to nærliggende Kontrollokaliteter. På kontrollokaliteter blev der fisket med net langs spunsen i et område svarende til placeringen af en biohut.

**Fra båd på forsøgslokaliteter:** Der blev foretaget videooptagelser til brug for formidling ved dykker, som så vidt muligt forsøgte at forstyrre dyrelivet mindst muligt, før optagelser blev foretaget. Der foregik herefter afmontering og optagning af i alt 6 stk biohuts (2 stationer med 3 replikater). Biohuts blev først pakket ind i en planktonnetpose og herefter ført op på siden af survey-fartøjet vha. en lille kran monteret på båden. Herefter blev biohut'en skyllet igennem for biota, som blev opsamlet i netposen. Dækningsgraden af vegetation blev bestemt og noteret. Alle fisk fanget i biohuts blev artsbestemt og målt og så vidt muligt udsat levende igen. Invertebrater blev konserveret til senere oparbejdning i laboratoriet, hvor de blev optalt, vejret (våd og tørvægt) og bestemt til lavest mulige taksonomiske niveau. Invertebratdata er herefter behandlet og præsenteret i følgende tekst. Alle biohuts blev forsvarligt hængt tilbage på plads efter undersøgelserne var afsluttede.



**Figur 2-1** Oversigtskort over placeringen af Biohuts i Københavns havn. De undersøgte biohuts var placeret ved fagforeningen Cykelbroen Bryggen og Nordre Toldbod.

## 3. Resultater

### 3.1 Ålegrus

#### 3.1.1 Dykkerobservationer – dag

Dykkerobservationer foretaget på ålegrus og teglrør viste et sammenhængende overvejende fladt gruset område, hvor gruset næsten var komplet dækket med makroalger. Markoalgerne observeret på lokationen bestod hovedsagligt af sukkertang og forskellige filamentøse makroalger. Teglrørene var placeret oven på gruset og området kan i helhed beskrives som en kompleks struktur på trods af en meget lille dybdevariation. Der blev observeret mange kutlinger, mange strandkrabber, flere søanemoner, havkarusse, hindemosdyr og en overordnet dækning på 1 % af blåmuslinger i gruset. Der blev desuden observeret "liglagen" (svovlbakteriekolonier over havbunden) (Figur 3-2), hvilket indikerer dårlige iltforhold i området.



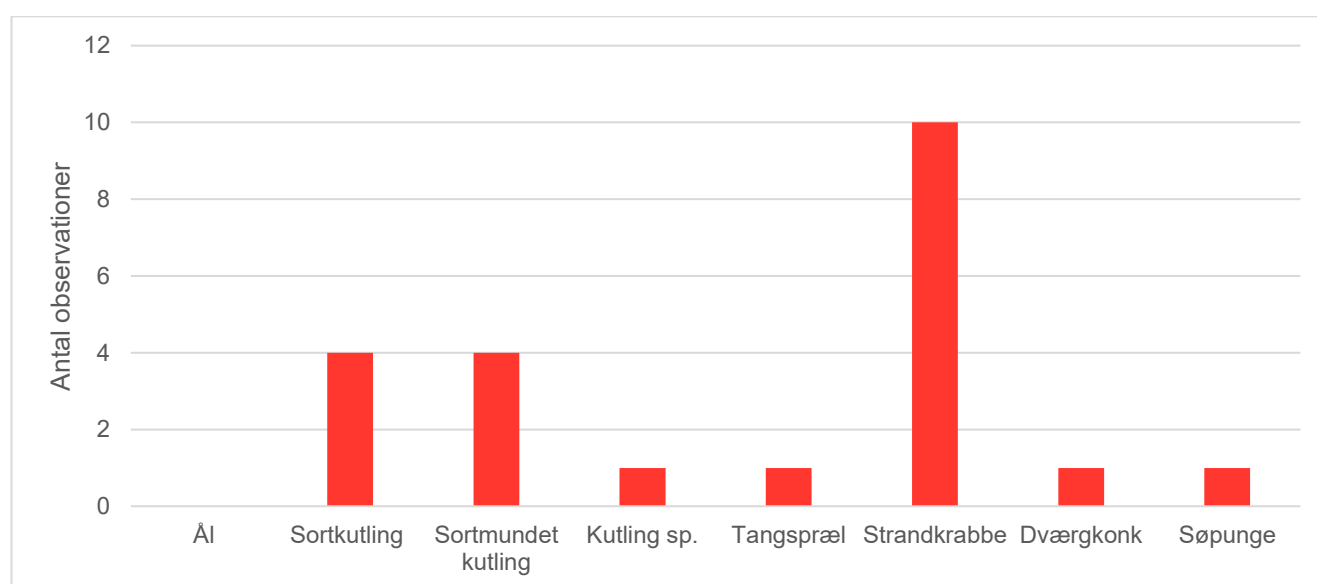
Figur 3-1 Sortmundet kutling, der opholder sig i teglrør. Foto taget d. 11. september 2025 under dykkerundersøgelser.



**Figur 3-2 Svovlbakterier/liglagen observeret 11. september 2025 under dykkerundersøgelser.**

I alt blev 100 teglrør undersøgt for fisk og epifauna, og de observerede arter og antal er vist i Figur 3-3. Blandt fisk blev arterne sortkutling, sortmundet kutling, kutling sp. og tangspræl observeret indenfor tagrørene. Det samlede antal fisk, der blev observeret inde i rørene, var 10 individer. Der blev desuden observeret to fiskearter; skrubbe og tangspræl, som opholdt sig tæt ved rørene på ydersiden. Der blev ikke observeret ål under undersøgelserne af ålegrus og teglrør.

Inde i teglrørene blev der observeret tre epifaunaarter: strandkrabbe, dværgkonk og søpunge. Strandkrabber var den hyppigst observerede art i teglrørerene med 10 individer totalt.

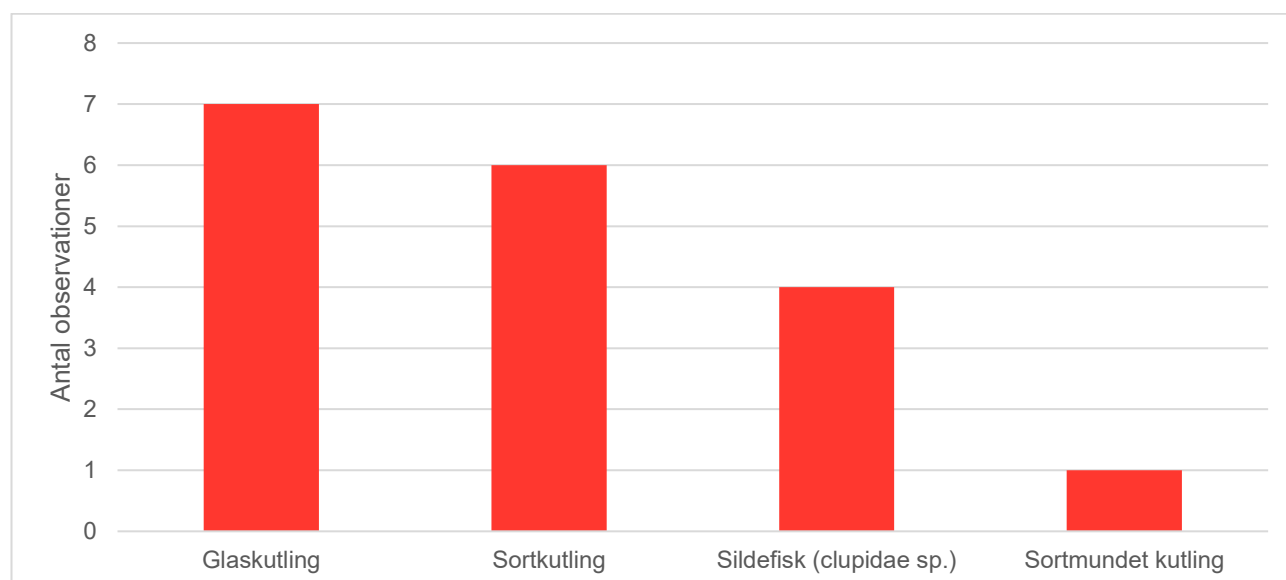


**Figur 3-3 Antal observationer af arter der befandt sig indenfor teglrør**

### 3.1.2 ROV-optagelser – nat

Under natoptagelserne af ålegrus blev arterne glaskutling, sortkutling og stimer af fisk fra sildefamilien (*Clupeidae*), der enten var sild eller brisling, identificeret. Optagelserne forløb over 5,5 timer med en videosekvens filmet hver halve time. Der blev observeret fisk på alle optagelser gennem hele forløbet. Ud over fisk blev der observeret en del zooplanktonaktivitet i vandsøjlen. Ved otte ud af 10 optagelser er der observeret enten pungrejer eller ubestemte rejearter. I vandsøjlen var der en betydelig mængde "marin sne" (betegnelse for organiske partikler bestående af døde alger, plankton, dyreafføring og bakterier som forekommer i små klumper i vandsøjlen).

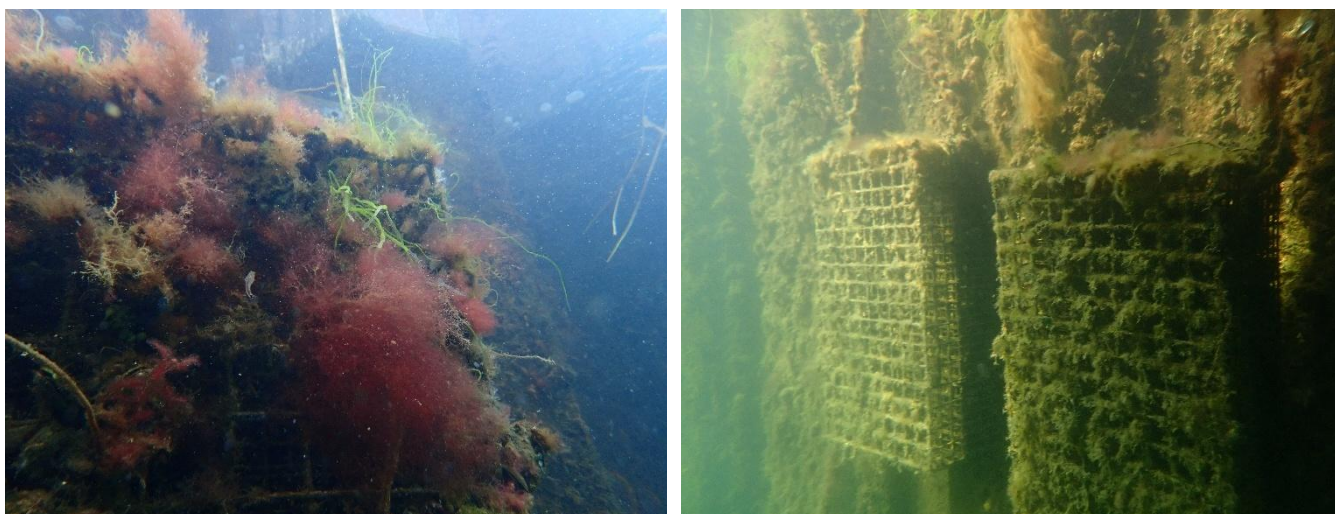
Totalt set var glaskutling den mest observerede art på ROV-natobservationerne og blev registreret på syv af 11 videosekvenser. Sortkutling blev observeret på seks videosekvenser, sild eller brisling blev observeret på fire videosekvenser og sortmundet kutling blev observeret på en enkelt videosekvens mod slutningen af undersøgelse sidst på natten.



Figur 3-4 Antal observationer af fiskearter ved nat ROV-optagelser.

## 3.2 Biohuts

Efter biohut 1-6 blev taget op, og indholdet skyllet gennem et plankton-net, blev indholdet undersøgt. I de følgende afsnit er indholdet af hver enkelt biohut beskrevet.



**Figur 3-5 Biohuts fotograferet 30. september 2025. Til venstre ses en biohut med makroalgevegetation af både rød grøn og brunalger samt en toplettet kutling. Til højre ses to biohuts der er monteret op af spunsen, disse er primært dækket af fedtemøg.**

### 3.2.1 Fisk i biohuts

#### Biohut, Nordre Toldbod

##### Biohut 1



**Figur 3-6 Fisk fra biohut 1. Indeholder tangspræl, ål og havkarusser.**

I biohut 1 blev der i alt observeret 17 fisk, heraf var tangspræl den mest abundante art med ni individer, med længder på 17, 16, 16, 15, 15, 12, 12, 11 og 9 cm, desuden er der observeret 5 havkarusser med længderne 8, 6, 6, 5, og 5 cm. Yderligere er der fanget tre ål forekommer med længderne: 13, 16 og 17 cm.

## Biohut 2



**Figur 3-7 Fisk fra biohut 2, indeholder tangspræl, ål, havkarusser og almindelig ulk.**

I biohut 2 blev der i alt fanget 17 fisk, hvoraf havkarusse er den mest talrige art med otte individer der forekommer med længderne 12, 8, 7, 7, 6, 6, 5 og 5 cm, fem tangspræl forekommer med længderne 21, 18, 16 cm og to almindelig ulk med længder på 14 og 7 cm, der ellers kun er fanget i biohut 3. Der er derudover fanget to ål forekommer med længderne: 12 og 13 cm,

**Biohut 3**

**Figur 3-8 Fisk fra biohut 3, indeholder tangspræl, havkarusser, almindelig ulk og sortmundet kutling.**

I biohut 3 blev der indfanget 13 fisk hvoraf havkarusse var den mest talrige art med 8 individer, Havkarusserne forekommer med længderne: 10, 9, 9, 7, 6, 6, 5 og 4 cm. Der blev observeret tre tangspræl med længderne: 19, 15 og 15 cm, der blev derudover observeret en sortmundet kutling på 11 cm og en almindelig ulk på 11 cm der ellers kun forekommer i biohut 2.

## Biohuts Bryggebro

### Biohut 4



**Figur 3-9 Indhold af biohut 4. På billedet ses en del blåmuslinger og rejer**

Der blev som den eneste blandt alle undersøgte biohuts ikke observeret nogen fisk i biohut 4. Der blev dog, ligesom i andre biohuts, observeret adskillige blåmuslinger og rejer i biohut'en.

### Biohut 5



**Figur 3-10 Fisk fra biohut 5. Til venstre se en juvenil ål, til højre ses en juvenil sortmundet kutling.**

Der er observeret to fisk i biohut 5, herunder en større juvenil ål på ca. 30 cm, som er den største ål observeret af disse undersøgelser, samt en juvenil sortmundet kutling på 1 cm.

## Biohut 6



**Figur 3-11** Indhold af biohut 6. til venstre ses 4 juvenile sortkutlinger, til højre ses invertebrater hovedsagligt udgjort af rejer.

I biohut 6 blev der fanget en enkelt fiskeart, sortkutlingen. Der blev observeret 4 sortkutlinger med længderne: 5, 6, 6,5 og 7 cm i biohut'en.

**Tablet 3-1** Oversigt over fiskearter og antal individer fundet i hver biohut.

Biohut nr.	Biohut lokation	Ål	Havkarusse	Sortkutling	Sortmundet kutling	Tangspræl	Almindelig ulk
Nr. 1	Nordre Toldbod	3	5			9	
Nr. 2	Nordre Toldbod	2	8			5	2
Nr. 3	Nordre Toldbod		8		1	3	1
Nr. 4	Cykelbroen Bryggen						
Nr. 5	Cykelbroen Bryggen	1			1		
Nr. 6	Cykelbroen Bryggen			4			

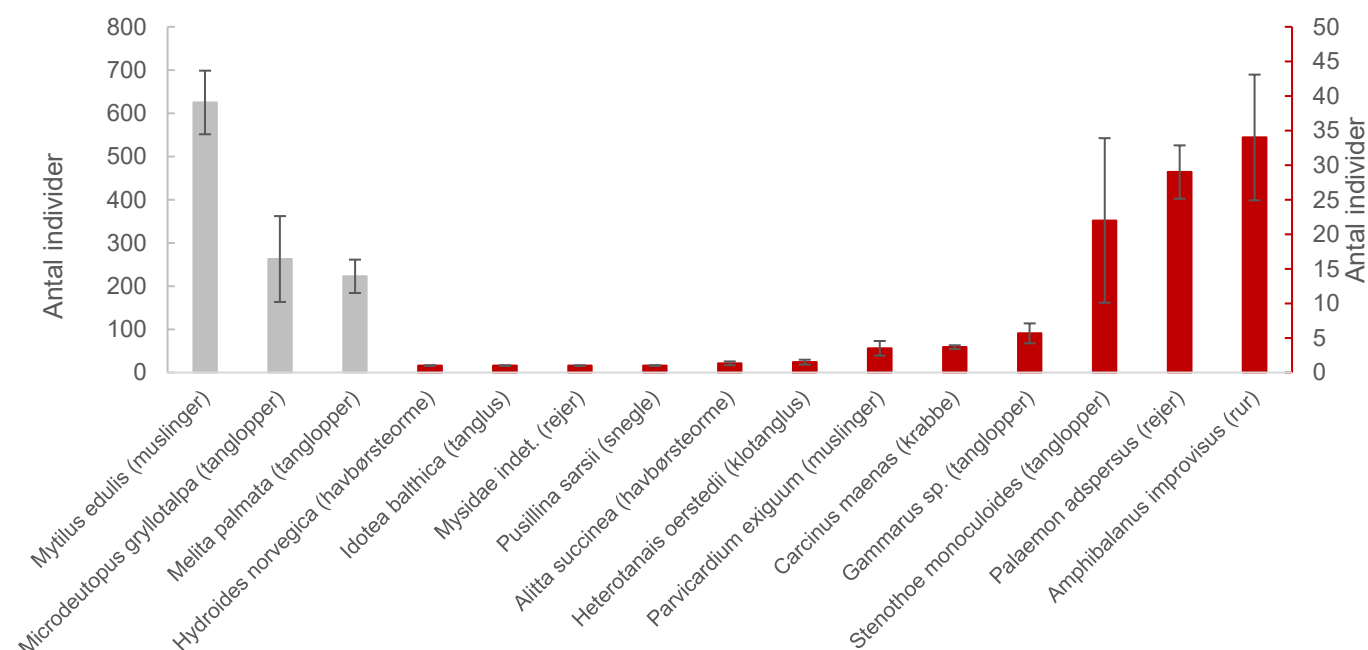
Der var fisk til stede i alle biohuts, med undtagelse af biohut nr. 4, hvor ingen fisk blev observeret.

## 3.2.2 Invertebrater i biohuts

### Cykelbroen Bryggebro

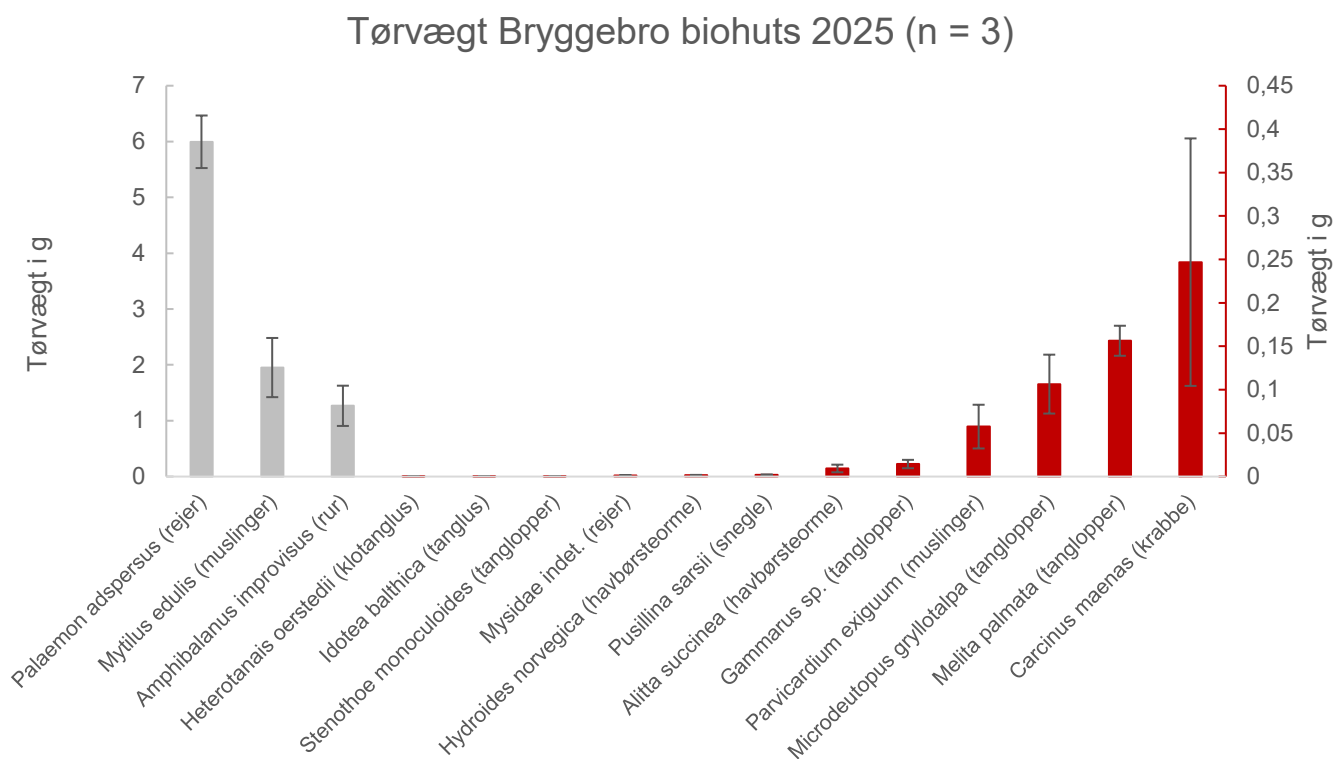
Der blev i alt fundet 15 invertebratarter i de tre biohuts undersøgt ved Cykelbroen Bryggebro. Det totale gennemsnitlige individantal fundet pr. biohut var 1211 individer. De dominerende arter var blåmusling (*Mytilus edulis*) med et gennemsnitligt antal på 625 individer pr. biohut, tangloppetypen *Microdeutopus gryllotalpa* med et gennemsnitligt antal på 263 individer pr. biohut og tangloppetypen *Melita palmata* med et gennemsnitligt antal på 223 individer pr. biohut. De fundene arter på stationerne, som blandt andet er små krebsdyr, juvenile blåmuslinger, rejer og snegle, kan alle indgå som føde for fisk der fouragerer ved biohuts, og bidrager da positivt til fødegrundlaget for en række fiskearter.

Antal individer Bryggebro biohuts 2025 (n = 3)



**Figur 3-12 Antal individer af invertebrater i Bryggebro biohuts. Figuren viser et gennemsnit af 3 biohuts  $\pm$  SE. Bemærk, at antal individer er repræsenteret med to akser, hvor venstre akse viser de mest dominerende arter, mens højre akse viser mindre forekommende arter.**

Arterne fjordreje (*Palaemon adspersus*), blåmusling (*Mytilus edulis*) og ferskvandsrur (*Amphibalanus improvisus*) forekom med de største biomasser på hhv. 6,0, 2,0 1,3 gram pr. biohut. Den gennemsnitlige totaltørvægt pr. biohut var 9,8 g.

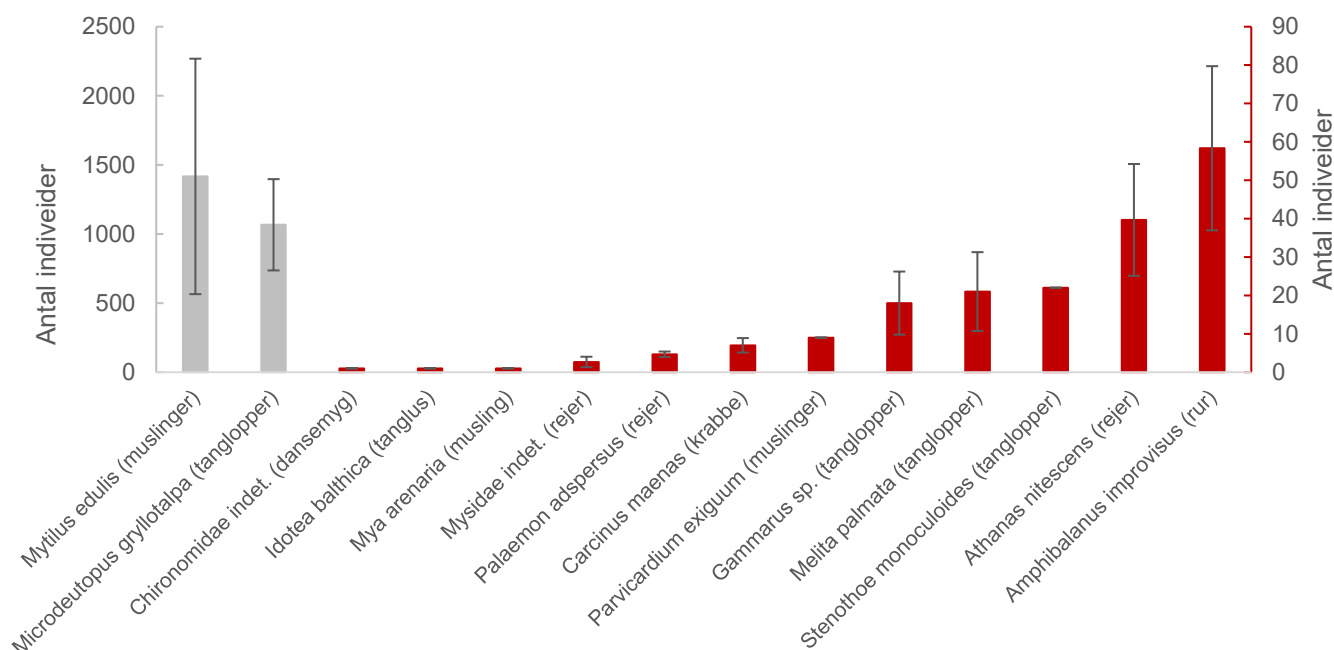


**Figur 3-13 Tørvægt af invertebrater i Bryggebro biohuts. Afbilledet som gennemsnit af 3 biohuts  $\pm$  SE. Bemærk, at antal individer er repræsenteret med to akser, hvor venstre akse viser de mest dominerende arter, mens højre akse viser mindre forekommende arter.**

### Nordre Toldbod

Der blev i alt fundet 14 invertebratarter i biohuts ved Nordre Toldbod. Det totale gennemsnitlige individantal fundet pr. biohut var 2.646 individer. De dominerende arter var blåmusling (*Mytilus edulis*) med et gennemsnitligt antal på 1475 individer pr. biohut og *Microdeutopus gryllotalpa* med et gennemsnitligt antal på 1067 individer pr. biohut. De fundene arter på stationerne, som blandt andet er små krebsdyr, juvenile blåmuslinger, rejer og snegle, kan alle indgå som føde for fisk der fouragerer ved biohuts, og bidrager da positivt til fødegrundlaget for en række fiskearter.

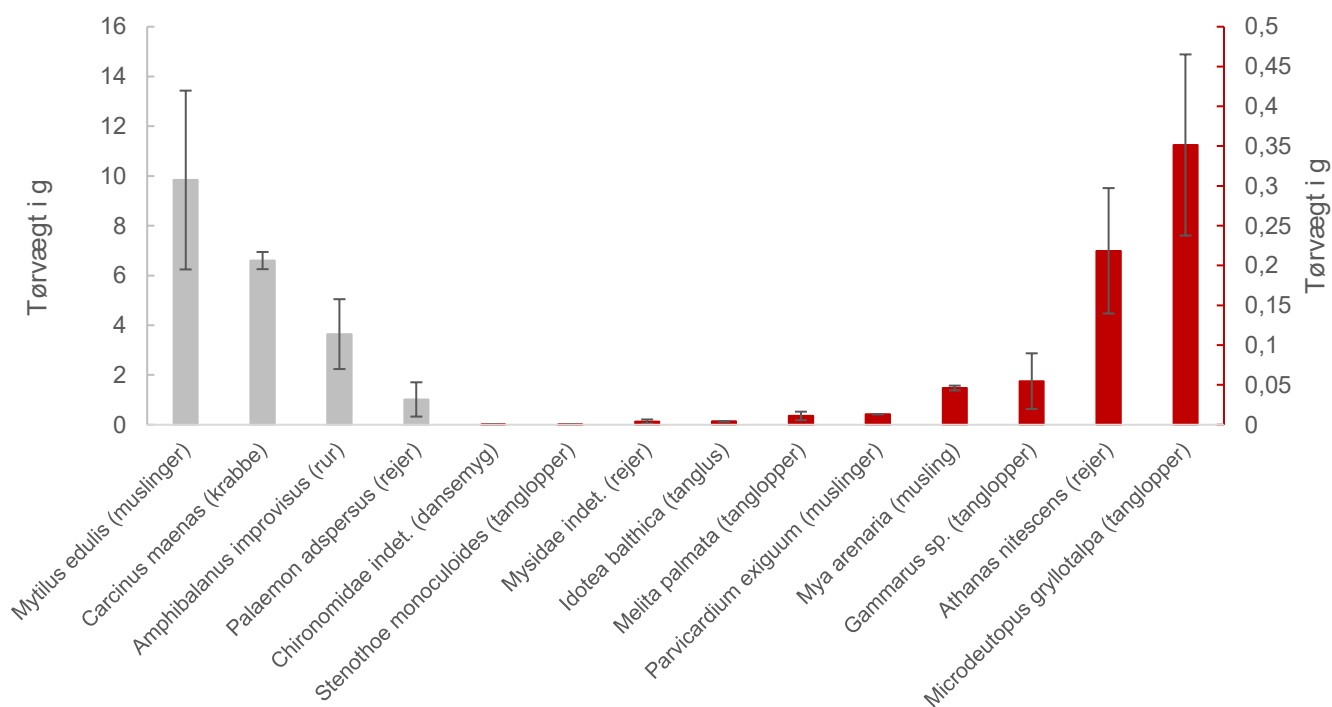
## Antal individer Toldbod biohuts 2025 (n = 3)



**Figur 3-14 Antal individer af invertebrater i Nordre Toldbod biohuts. Figuren viser et gennemsnit af 3 biohuts  $\pm$  SE. Bemærk, at antal individer er repræsenteret med to akser, hvor venstre akse viser de mest dominerende arter, mens højre akse viser mindre forekommende arter.**

Den gennemsnitlige total tørvægt pr. biohut var 21,8 g. Arterne blåmusling (*Mytilus edulis*), strandkrabbe (*Carcinus maenas*), brakvandsrur (*Amphibalanus improvises*) og fjordreje (*Palaemon adspersus*) forekom med de største biomasser på hhv. 9,8, 6,6, 3,6 og 1,0 gram pr biohut.

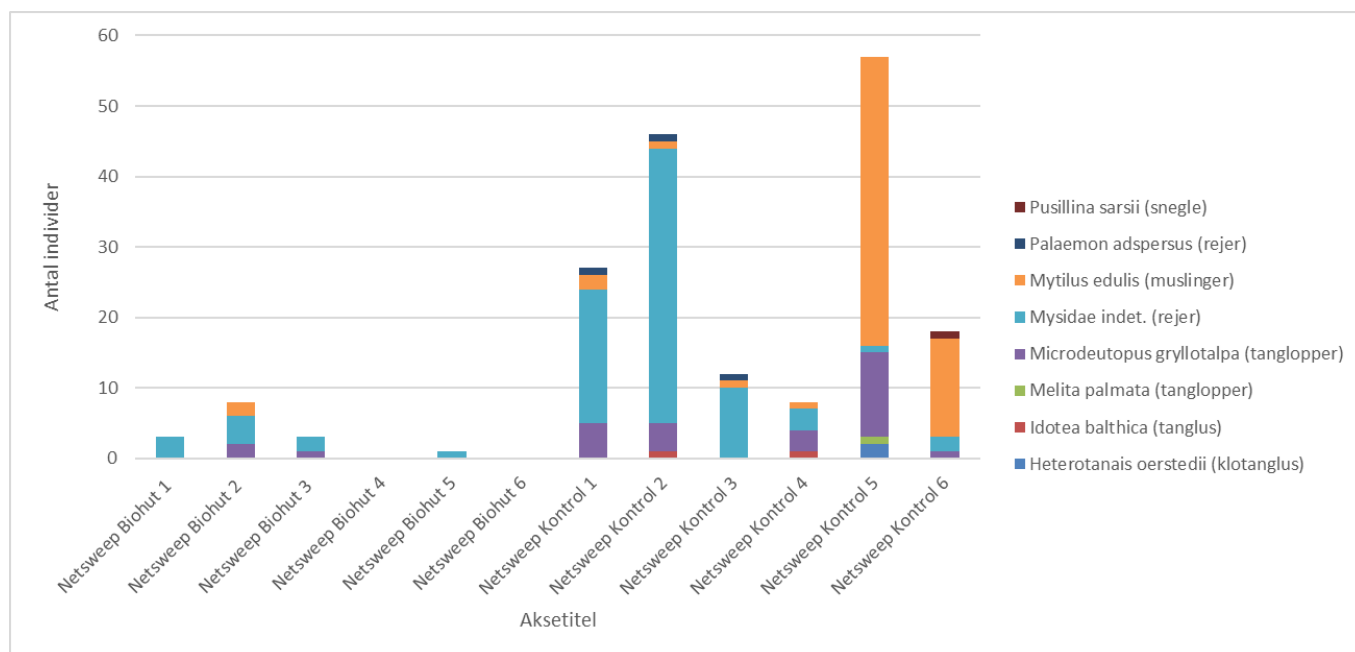
## Tørvægt Toldbod biohuts 2025 (n = 3)



**Figur 3-15 Tørvægt af invertebrater i Toldbod biohuts. Afbilledet som gennemsnit af 3 biohuts ± SE. Bemærk, at antal individer er repræsenteret med to akser, hvor venstre akse viser de mest dominerende arter, mens højre akse viser mindre forekommende arter.**

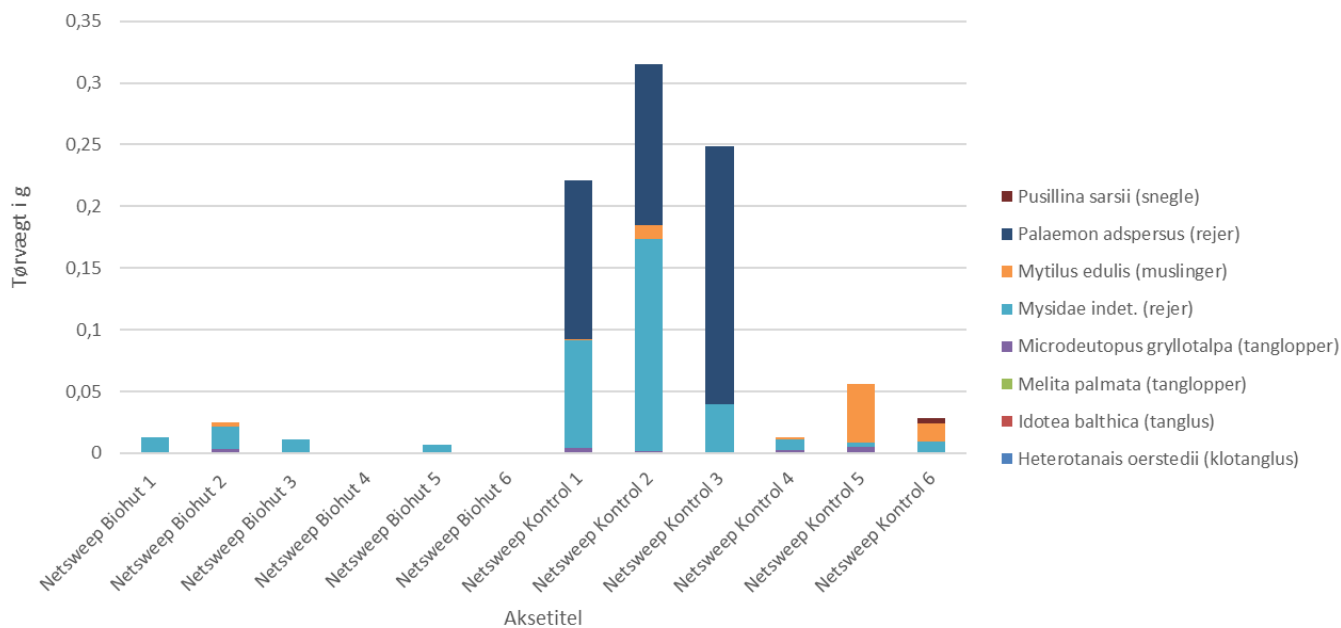
## Netsweeps

Det gennemsnitlige individantal ved netsweeps ved biohuts og kontrol var hhv. 3,75 (SE ± 0,43) og 28,00 (SE ± 2,98). Det gennemsnitlige artsantal var dermed 7,5 gange større ved kontrolstationen end ved biohuts. I netsweep undersøgelserne blev der desuden fanget en enkelt juvenil tangnål ved kontrolstation 2. Det skal dog bænævnes, at netsweeps ikke kan udgøre en direkte kontrol, da habitatet biohuts og spuns er meget forskellige i struktur, og dermed også i økologisk funktion.



Figur 3-16 Antal individer af invertebrater i netsweeps ved biohuts og kontrolområde.

Den gennemsnitlige tørvægt for indholdet af netsweeps ved biohuts og kontrol var hhv. 0,009 g (SE ± 0,001) og 0,147 g (SE ± 0,020). Den samlede biomasse (tørvægt) var for kontrollen dermed mere end 15 gange større end ved biohuts.



Figur 3-17 Biomassen (tørvægt i g) af invertebrater i netsweeps ved biohuts og kontrolområde.

## 4. Diskussion

### 4.1 Ålegrus



**Figur 4-1 Strandkrabbe set på teglrør under dykkeroptagelser på teglrør og ålegrus med sukkertang.**

Der blev ikke observeret ål på ålegrus og teglrør i hverken i dags- eller natoptagelser, som ellers var forventet grundet videnskabelig dokumentation af de juvenile åls præference for dette substrat (Christoffersen, et al., 2018). Selvom strukturerne i habitatet understøtter ål, er der andre faktorer der påvirker ålens udbredelse i området. Det vurderes at populationen af ål i dag kun er på 2% af hvad den var i 1980 (Aarestrup, et al., 2009). Trods den store tilbagegang er der tendenser flere steder i de kystnære områder af Danmark, der tyder på at fangsterne af ål stiger især i Østdanmark (Pedersen, et al., 2023). Men da populationen af ål generelt er lav, er rekrutteringen af ål til det undersøgte område derfor også mangelfuld. Det er desuden vanskeligt at overvåge juvenile ål med visuelle metoder, grundet deres små størrelser i de tidlige livsstadier og deres levevis, hvor de bruger meget tid gemt mellem substrat og bevoksning. Det kan derfor, på trods af fravær i observationer under disse undersøgelser, ikke afvises, at ål er til stede i området.



Miljøforholdene på havbunden i området kan konstateres at være relativt ringe baseret på disse undersøgelser. Dette vurderes bl.a. ud fra, at der er observeret svovlbakterier i området, der danner "liglagen" oven på bunden, hvilket forekommer under hypoxiske tilstande (Rosenberg & Diaz, 1993). Det er derfor sandsynligt, at ålene søger mod andre områder, hvor iltforholdene er bedre – bl.a. længere op i vandsøjlen, som det ses af undersøgelserne af biohuts. Det er også muligt at ålen søger mod andre områder af Københavns havn, hvor ålen er mere talrig.

Teglørerne skaber en kompleks tredimensionel struktur, hvor det findes både en yder og inderside, hvor ydersiden modtager lys og indersiden er i skygge. Inde i flere af tagrørerne blev der observeret forekomster af søpunge (*Ascidacea*). Søpunge konkurrerer med makroalger om plads på hårde substrater, hvor lysforholdene understøtter algevækst. Inde i tagrørerne er lysniveauet imidlertid stærkt begrænset, hvilket hæmmer makroalgernes etablering. Denne lysbegrænsning reducerer konkurrencen fra makroalger og skaber dermed gunstige vækstbetingelser for søpunge, som kan kolonisere overfladen, og bidrage til filtration af vandet, der positivt påvirker vandets sigtbarhed.

Der blev i alt observeret tre arter af fisk under dykkerobservationer (sortkutling, sortmundet kutling og tangspræl). Disse er almindeligt forekommende og observeres også normalvis på gruset/hård bund. Strandkrabbe var den hyppigst registrerede art med i alt 10 observationer (Figur 3-3).

Glaskutlingerne forekom ofte i mindre stimer på natoptagelserne. Der blev observeret en tendens til at flere glaskutlinger var til stede sidst på natten sammenlignet med i starten af optagelserne. Dette skyldes muligvis en tiltrækning til lyset fra ROV'en.

Sortkutling blev observeret på en del videosekvenser under natoptagelserne. Flere af disse observationer er højst sandsynligt de samme individer der opholder sig foran kameraet over længere perioder.

## 4.2 Biohuts

Effekterne af biohuts som virkemiddel til at tiltrække og beskytte fisk og invertebrater er dokumenteret gennem flere studier. Det er blandt andet vist af studier i Middelhavet, at biohuts tiltrækker juvenile fisk af familien *Serranidae* (havaborre) (Selfati, et al., 2018) og slægten *Diolodus* (rude) (Bouchoucha, et al., 2016) og dermed kan fungere som refugie for juvenile fisk.

Samtlige fisk, bortset fra en enkelt sortkutling og enkelte havkarusser, der blev fundet her i biohuts i Københavns havn, var juvenile fisk. Dette er ikke tidligere påvist i undersøgelserne foretaget af biohuts i Københavns havn. Disse observationer understøtter ideen om at biohuts kan fungere som refugie under opvæksten af juvenile fisk. Dermed kan biohuts anvendes af juvenile fisk til at undgå prædation fra rovfisk, og biohuts formodes derfor at bidrage positivt til rekrutteringen af fisk til området.

Den strukturelle kompleksitet af biohuts giver også mulighed for fasthæftelse af bl.a. makroalger og blåmuslinger. Da tangskove et blandt de mest artsrige og biomasserige marine habitater, var det hypotesen i denne undersøgelse, at biohutsene ville skabe gode fødesøgningsmulighederne for juvenile fisk. Resultatet af denne undersøgelse viser, at biohuts indeholder høje tætheder af invertebrater, med



gennemsnitlige totaler på 1.211 og 2.646 individer for hhv. Bryggebro og Toldbod biohuts. Disse observationer bekræfter hypotesen, idet der er observeret høje tætheder af invertebrater, der indgår i flere juvenile fisks diæter, herunder rejer, mysider, muslinger og orme. Der blev gennemsnitligt observeret en højere individtæthed i Toldbod biohuts end ved Bryggebro. Dette skyldes i høj grad masseforekomst af blåmuslinger (*Mytilus edulis*) i en enkelt biohut, der trækker den gennemsnitlige individtæthed op.

Der blev observeret betydeligt flere fisk ved Nordre Toldbod end ved Cykelbroen Bryggen. Den mest observerede fisk blandt alle biohuts var havkarusse, som alle befandt sig i biohuts ved Nordre Toldbod. Den anden mest observerede fisk var tangspræl, der også kun blev observeret i biohuts ved Nordre toldbod. Denne forskel mellem lokaliteter afhængigt af deres placering i havnen er også tidligere dokumenteret i biohut-undersøgelser. Begge undersøgelser viser, at biohuts placeret i yderområderne af havnen har en højere biodiversitet og større antal individer i hver biohut, sammenlignet med biohuts placeret i de centrale områder af havnen. Forklaringen med dette skal sandsynligvis findes i adgangsforholdene for fisk fra Øresundsområdet, der nemmere kan nå ind i de ydre egne af havnen frem for at bevæge sig helt ind i de inderste dele af havnen, hvor der må forventes at være flere forstyrrelser og potentielt et ringere havmiljø for fiskene. Det er også muligt, at der er mindre føde tilgængeligt for fiskene i de indre dele af havnen.

Sortmundet kutling er en invasiv art, der efterhånden er en af de hyppigst forekommende fiskearter omkring Københavns havn. Ved habitatændrende tiltag kan der være en bekymring for om der skabes habitat, der ydeliger forbedrer forholdene for disse invasive arter. Nøglefiskerapporten (Pedersen, et al., 2023) viser at fangster af sortmundet kutling i 2020-2022 var mere end fire gange så højt som antallet af fangster af sortkutling i de danske farvande. At forekomsten af sortmundet kutlinger i biohuts ikke er højere end to individer kan ses som en positiv observation relativt til forekomsten af sortkutling, der er på 4 individer. Der er da ikke grundlag for at antage, at biohuts forbedrer forholdene for sortmundet kutling, relativt til andre fiskearter. Det må dog nævnes, at antallet af sortmunde kutlinger har været nedadgående i de fleste danske farvande i de senere år, og at denne udvikling muligvis har fortsat siden fangsttallene sidst blev offentliggjort af seneste nøglefiskerapport der blev udgivet i 2022.

Ål vælger sit habitat baseret på strukturen med præference for vegetation og grus den kan gemme sig imellem (Laffaille, et al., 2003; Christoffersen, et al., 2018). Der blev i alt fundet 6 juvenile ål i biohuts med størrelser på 12 og 30 cm. Alle individer har da en størrelse, hvor de stadig befinder sig kystnært inden de søger ud mod større dybder, som de typisk gør ved størrelser over 30 cm (Laffaille, et al., 2003). Biohuts er opbygget med en specifik tredimensional struktur, der med skaller i de indre dele besidder strukturer, der ligner en gruset bund. Biohuts har derudover en del makroalgevegetation, der dækker de ydre dele. På denne måde indeholder en biohut de habitater, som ål udviser dokumenteret præference for, hvilket kan forklare dens tilstedeværelse. Der blev fundet adskillige juvenile blåmuslinger og rejer i samtlige biohuts, det vides, at disse fødeemner præfereres af ålen (Costa, et al., 1992), biohuts kan dermed også tilbyde føde for ålen.

Det formodes at antallet af fisk, der her er registreret inde i biohut, er underestimeret, eftersom de muligvis skræmmes væk når netposen trækkes op over biohut'en. Omvendt er det også muligt at fisk søger ind i biohuts når dykkeren nærmer sig. Det må forventes at være endnu en funktion af biohuts – at



fisk har mulighed for at søge tilflugt inde i buret, hvis de bliver skræmt af prædatorer. Generelt vil både individ- og artsantallet af fisk og invertebrater dog være underrepræsenterede, da flere arter sidder fasthæftet inde i biohuts og det ikke var muligt at skylle alt fauna ud. Det egentlige individantal og eventuelt artsantal formodes derfor at være højere end rapporteret her.

Der blev ved dykning omkring biohuts også observeret adskillige toplettede kutlinger i vandsøjlen omkring biohuts. Ingen toplettede kutlinger blev dog fundet i biohuts. Toplettet kutling er en lille pelagisk fisk, der ofte opholder sig omkring makroalger i kystnære områder. Disse fisk er derfor måske tiltrukket af habitatet som biohuts udgør, men søger ikke refugie i strukturerne med mindre prædatorer er til stede (Utne & Aksnes, 1994). Toplettet kutling er generelt vanskelig at indfange uanset den anvendte fangstmetode, hvilket ofte betyder, at arten primært registreres ved visuelle observationer snarere end ved traditionelle fangstteknikker.

Resultater fra netsweeps viser, at der var et betydeligt større antal individer i vandsøjlen umiddelbart foran spunsen end uden for biohuts. Det betyder ikke nødvendigvis, at der er færre invertebrater i nærheden af biohuts, og forklaringen skal formentlig findes i strukturen af de to habitater. Spunsen udgør en barriere, som mobil fauna ikke kan bevæge sig ind i, mens biohuts udgør et habitat, hvor mobil invertebratfauna kan søge tilflugt i. Derfor, vil nettets bevægelser muligvis få mobile invertebrater til at søge ind i biohut'en, når der foretages netsweeps, mens netsweeps foran spunsen vil indfange de fleste individer, der befinder sig i vandsøjlen, da de ikke har nogen steder at flygte hen. Derudover vil mobil invertebratfauna, der tiltrækkes af substratets overflade, kunne befinde sig både indeni og udenpå biohuts, mens mobil invertebratfauna ved spunsen kun vil befinde sig umiddelbart udenfor spunsen. Det lavere antal indfangede invertebrater i vandsøjlen foran biohuts relativt til foran spunsen er derfor sandsynligvis ikke et tegn på dårligere forhold for mobile invertebrater, men muligvis netop et tegn på biohuts' egentlige funktion, hvor deres komplekse tredimensionale struktur giver mulighed for at fauna kan søge tilflugt heri.

På baggrund af nærværende undersøgelse kan det konkluderes at biohuts tiltrækker juvenile fisk og at disse bruger dem som refugie under opvæksten. Observationerne i denne undersøgelse understøtter dermed studier og erfaringer fra andre farvande, der viser en positiv selektion for det habitat som biohuts skaber.

## 4.2.1 Erfaringer fra biohuts i dansk farvand

Flere upublicerede kandidat- og bachelorprojekter har undersøgt effekten af biohuts på abundans og diversitet af fisk og invertebrater i danske havne, herunder (Hessner, 2021; Staack, 2022; Møller, 2021). Studierne vurderer især om abundans og diversitet af fisk og invertebrater er højere i biohuts end på omkringliggende referenceområder med bare molevægge.

Resultaterne fra de tre tidligere undersøgelser af biohuts i Aarhus og København viser samlet set, at biohuts generelt tiltrækker flere fisk og rummer en højere tæthed af invertebrater end nærliggende referenceområder. Staack viste, at der var signifikant forskel mellem biohuts og referenceområder i henhold til abundansen og artsrigdommen af fisk, hvor biohuts udviste en højere abundans end referenceområder (Staack, 2022). Generelt viste biohut'ene en større abundans for de fleste af de



observerede arter, men der blev også observeret en større artsrigdom i biohutsene. To-pletet kutling og havkarusse var blandt de mest talrige arter, og flere arter – herunder alm. ulk, tangspræl og ålekvaabbe blev udelukkende registreret i biohuts.

Hessner fandt, at biohuts understøttede et højere samlet antal invertebrater end referencerne, især på grund af større forekomster af *Gammarus*, *Corophium*, blåmuslinger og søpunge i biohuts (Hessner, 2021). Det samlede indvidtal af invertebrater pr. biohut var ca. dobbelt så højt som i referenceområder, og artsrigdommen var let forøget i biohuts sammenlignet med i de skrabeede kontrolfelter. For fisk viste videoovervågningen en markant højere abundans af havkarusse i biohuts, mens toplettet kutling var jævnt fordelt mellem biohuts og kontrol. Snorkelobservationerne viste derudover, at arter som ål, ulk og tangnål udelukkende eller primært opholdt sig i biohuts. I modsætning hertil fandt Møller ikke en generel forøgelse i forekomsterne af fisk omkring biohuts i Aarhus Havn (Møller, 2021). Snorkelundersøgelser viste dog, at enkelte arter som havkarusse og tangspræl primært blev observeret i eller umiddelbart omkring biohuts. Der blev desuden registreret store mængder af blandt andet *gammarus*, slikkrebs, blåmuslinger og havbørsteorme i minihuts, hvilket indikerer, at biohuts kan huse vigtige fødeemner for fisk.

På tværs af danske studier af biohuts tegner der sig derfor et samlet billede af, at biohuts øger den strukturelle kompleksitet og tiltrækker både fisk og invertebrater, og at de fleste undersøgelser dokumenterer højere abundans af fisk og invertebrater i biohuts end på referenceområder. Observationerne fra andre studier er således sammenlignelige med undersøgelser i disse undersøgelser, der bekræfter den høje abundans af invertebrater tilstede i biohuts, samt talrige forekomster af flere arter af juvenile og mindre fisk.

---

## 5. Referencer

---

- Bouchoucha, M. et al., 2016. Potential use of marinas as nursery grounds by rocky fishes: insights from four *Diplodus* species in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, pp. 547, 193-209.
- Christoffersen, M. et al., 2018. Benthic habitat selection in juvenile European eel *Anguilla anguilla*: implications for coastal habitat management and restoration.. *Journal of Fish Biology*, pp. 93(5), 996-999..
- Costa, J. L. et al., 1992. On the food of the European eel, *Anguilla anguilla* (L.), in the upper zone of the Tagus estuary, Portugal. *Journal of Fish Biology*, pp. 41(5), 841-850..
- Hessner, L., 2021. *Can Biohuts improve biodiversity of fish and epifauna in northern temperate harbors?*, s.l.: Aarhus University .
- Laffaille, P. et al., 2003. Spatial organisation of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in a small catchment. *Ecology of Freshwater Fish*, pp. 12(4), 254-264.
- Møller, K. B., 2021. *Etablering af Biohuts til forøgelse af biodiversitet i Århus havn*, s.l.: Aarhus Universitet.
- Pedersen, E. M. et al., 2023. *Registrering af fangster med standardredskaber Nøglefiskerrapport for 2020-2022*, Kemitovet, 2800 Kgs. Lyngby: Institut for Akvatiske Ressourcer.
- Rosenberg, R. & Diaz, R. J., 1993. Sulfur bacteria (*Beggiatoa* spp.) mats indicate hypoxic conditions in the inner Stockholm Archipelago. *Ambio*, pp. 32-36..
- Selfati, M. E. O. N. L. P. et al., 2018. Promoting restoration of fish communities using artificial habitats in coastal marinas. *Biological Conservation*, pp. 219, 89-95.
- Staack, C. F., 2022. *The effect of Biohuts on the fish fauna in Copenhagen harbor*, s.l.: University of Copenhagen .
- Utne, A. C. W. & Aksnes, D. L., 1994. An experimental study on the influence of feeding versus predation risk in the habitat choice of juvenile and adult two-spotted goby *Gobiusculus flavescens* (Fabricius). *Journal of experimental marine biology and ecology*, pp. 179(1), 69-79..
- Aarestrup, K. et al., 2009. Oceanic spawning migration of the European eel (*Anguilla anguilla*). *Science*, pp. 325(5948), 1660-1660..

WSP

