

# Overlevelse og vækst af udsatte ål i Karrebæk Fjord

Af Mads Christoffersen, Michael I. Pedersen, Josianne Støttrup  
og Niels Jepsen

DTU Aqua-rapport nr. 345-2019





DTU Aqua  
Institut for Akvatiske Ressourcer

# **Overlevelse og vækst af udsatte ål i Karrebæk Fjord**

Af Mads Christoffersen, Michael I. Pedersen, Josianne Støttrup og Niels Jepsen

DTU Aqua-rapport nr. 345-2019

## Kolofon

Titel: Overlevelse og vækst af udsatte ål i Karrebæk Fjord

Forfattere: Mads Christoffersen, Michael I. Pedersen, Josianne Støttrup og Niels Jepsen

DTU Aqua-rapport nr. 345-2019

År: September 2019

Reference: Christoffersen, M., Pedersen, M.I., Støttrup, J. & Jepsen, N. (2019) Overlevelse og vækst af udsatte ål i Karrebæk Fjord. DTU Aqua-rapport nr. 345-2019. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 26 pp. + bilag

Forside: Udsætning af åleyngel i Karrebæk Fjord. Foto: Mads Christoffersen

Udgivet af: Institut for Akvatiske Ressourcer, Kemitorvet, 2800 Kgs. Lyngby

Download: [www.aqua.dtu.dk/publikationer](http://www.aqua.dtu.dk/publikationer)

ISSN: 1395-8216

ISBN: 978-87-7481-267-8

# Indhold

Forord.....	5
1. Resumé.....	6
2. English abstract.....	7
3. Baggrund.....	8
3.1 Udbredelse og levesteder.....	8
3.2 Bestandsstatus.....	8
3.3 Forvaltning.....	9
3.4 Bestandsophjælpning ved udsætning.....	9
4. Materialer og metoder.....	11
4.1 Undersøgelsesområde.....	11
4.2 Mærkning af udsætningsål.....	12
4.3 Udsætning af mærkede ål.....	13
4.4 Genfangst af mærkede ål.....	14
4.5 Dataanalyse.....	15
5. Resultater.....	17
5.1 Genfangst af mærkede ål.....	17
5.2 Vækst og kondition på genfangede ål.....	17
5.3 Kønsratio og stadie.....	20
5.4 Rekruttering til Karrebæk Fjord.....	20
6. Diskussion.....	21
7. Referencer.....	25
8. Bilag.....	27
8.1 Bilag 1: Monitoring af ålefælde i Hellebækken.....	27
8.2 Bilag 2: Skarvprædation.....	30
8.3 Bilag 3: Forsøgsfiskeri 2013.....	32
8.4 Bilag 4: Enclosureforsøg.....	33
9. Tak til.....	35



## Forord

Denne rapport omhandler resultater fra Fiskeplejeprojektet "kystnære habitaters betydning for den europæiske ål" i perioden fra 2013-2018.

Dataindsamlingen, der ligger til grund for rapporten er blevet indsamlet i samarbejde med lokale fritidsfiskere på Karrebæk Fjord. De lokale fiskere har ydet en meget stor frivillig indsats ved at lade DTU Aqua få adgang til deres fangster, som derefter er blevet undersøgt for mærkede individer. Der har, ud over fritidsfiskerne, været en del øvrige personer involveret i projektet, som takkes i afsnit 8.

Undersøgelsen er finansieret af Fiskeplejemidler.

2019

Mads Christoffersen, Michael I. Pedersen, Josianne Støttrup og Niels Jepsen

# 1. Resumé

Det overordnede formål med projektet var at undersøge betydningen af kystnære habitater for juvenile ål. Det ønskes undersøgt hvilken vækst, tæthed og overlevelse som udsatte ål har i sådanne områder. DTU Aqua udsatte i alt ca. 75.000 juvenile ål i årene 2011 og 2012 i Karrebæk Fjord og Susåen. Ålene var alle mærket med et coded wire (CW) mærke, for genkendelse ved genfangst. Ålene blev fordelt i både fjorden (83%) og i Susåen (17%). Ved hjælp af forskellige koder på CW mærkerne var det muligt at skelne mellem de ål der blev udsat i Susåen, kontra i fjorden på de tre forskellige datoer ved genfangst af de udsatte ål. Vækst og overlevelse af de udsatte ål er i perioden fra 2013 og frem blevet monitoreret. Resultaterne her fra viser, at de udsatte ål 1) syntes at blive i fjorden i deres vækstperiode; i gennemsnit forekom 13% mærkede ål i de undersøgte fangster, 2) har en høj overlevelse 3) vokser hurtigt sammenlignet med andre undersøgelser; den gennemsnitlige tilvækst var  $10,3 \text{ cm år}^{-1}$ , og 4) over 99,5 % af fiskene er identificeret som hun-ål.

På baggrund af antal genfangster er den naturlige bestand i fjorden beregnet til ca. 480.000 stk. 2-5 g's ål. Den naturlige bestand svarer til en tæthed af ål i fjorden på  $0,015 \text{ individer m}^{-2}$ .

Endvidere er de ål, der er udsat i Susåen, sandsynligvis ikke vandret ud i fjorden. Deres skæbne er ikke kendt, men de kan være blevet oppe i åen, eller være gået til, da de ikke indgår i de undersøgte fangster.

Dette studie har vist, at udsatte ål i en typisk dansk fjord som Karrebæk Fjord, vokser godt og har en god overlevelse. Det betyder, at disse habitater udgør velegnede opvækstområder for ål. Produktionen af ål fra disse områder er begrænset af, at den naturlige rekruttering af yngel kun udgør ca. 10 % i forhold til for 30-40 år siden. Denne og andre undersøgelser indikerer, at man med fordel også kan udsætte ål i saltvand som et forvaltningstiltag for ålebestanden. Det kræver en forvaltning, der tager udgangspunkt i forholdene i de forskellige regioner/områder for at sikre at indsatsen er mest effektiv, også herunder omkostningsmæssigt. I de indre danske farvande kan det anbefales at de EU understøttede udsætninger også kan ske i fjordområder og altså ikke alene i ferskvand. Iværksættes der et udsætningsprogram af ål i saltvand, bør dette følges op med et forskningsprogram der sigter på at belyse hvad der er nødvendigt for at sikre en høj vækst og overlevelse af de udsatte ål. Denne viden kan bruges til fremtidige valg af udsætningslokaliteter og forbedring af udsætningsprotokoller for ål.

Ud fra indeværende undersøgelse kan det konkluderes at udsætning af ål i Karrebæk Fjord betyder en øget bestand af ål i selve fjorden, da de udsatte ål bliver i fjorden, og har en god vækst. Den øgede bestand af ål i fjorden påvirker fiskeriet efter ål i fjorden positivt. Det er også muligt at udtrækket af blankål til gydeområderne i Sargassohavet forøges, uden der dog er evidens for dette. Derfor giver det god mening ved fremtidige udsætninger at udsætte så stor en andel som muligt af ålene i kystnære, beskyttede områder.



## 2. English abstract

The overall purpose of this project was to investigate the importance of coastal habitats for juvenile European eels. It is important to study growth, density and survival of stocked eels in estuaries and coastal areas. DTU Aqua released 75,000 juvenile (2-5 g) eels in the years 2011 and 2012 in Karrebæk Fjord and the river Susåen. The eels were all tagged with a coded wire (CW) tag, for recognition by recapture. The eels were released in the fjord (83%) and in Susåen (17%). Different codes on the CW tags enables distinction between recaptured eels released in Susåen, versus in the fjord on the three different dates. Growth and survival of the exposed eels have been monitored in the period from 2013 onwards. The present results show that the stocked eels 1) to a large degree remain in the fjord during their growing season; on average, 13% of eels in the catches surveyed were tagged, 2) have a high survival rate, 3) grow rapidly compared to other studies; the average growth was 10.3 cm year<sup>-1</sup>, and 4) over 99.5% of the fish are identified as females.

Based on the number of recaptures, the natural population of the fjord is estimated to be approx. 480,000 2-5 g eel. The natural population corresponds to a density of eel in the fjord of 0.015 individual's m<sup>-2</sup>.

The eels stocked in Suså have probably not migrated into the fjord as not one single individual of the 12,500 eels, stocked in the river was recaptured. Their fate is not known, but they may still be in the river.

This study has shown that stocked eels in a typical Danish fjord such as Karrebæk, grow well and have a good survival. Thus, these habitats are suitable feeding grounds for eels. The production of eels from coastal areas is limited by the fact that the natural recruitment of fry is only approx. 10% compared to 30-40 years ago. This and other studies indicate that it is advantageous to stock eel in coast/fjords as a management measure for the eel population. Management must be based on the conditions in the different regions/areas to ensure that the effort is most effective, also in terms of cost. It may be recommended that EU-supported releases of eels can be done in fjord areas and thus not only in fresh water. If an eel release program is launched in salt water, this should be followed up by a monitoring program aimed at ensuring high growth and survival of the stocked eels. Such knowledge can be used for future choice of release sites and improvement of eel release protocols.

Based on this study, it can be concluded that eel stocking in Karrebæk Fjord means an increased population of eels in the fjord itself, as the eels stay in the fjord and have good growth. The increased population of eels has a positive impact on fishing for eels in the fjord. It is also possible to increase the number of eels escaping to the spawning areas of the Sargasso Sea, but there is no evidence of this. Therefore, in future releases it makes good sense to stock as large a proportion as possible of eels in coastal, protected areas.



## 3. Baggrund

### 3.1 Udbredelse og levesteder

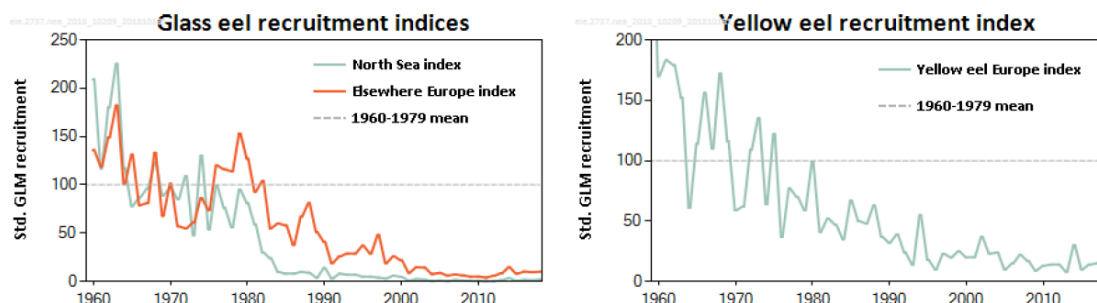
Den Europæiske ål (*Anguilla anguilla*) har et stort udbredelsesområde, som strækker sig fra Nordnorge i nord til Middelhavet og det Nordlige Afrika i syd (Dekker, 2003). Hvorvidt der er tale om en stor bestand eller flere mindre bestande er blevet belyst ved at sammenligne ålelarver fra forskellige steder i gydeområdet. På den måde kunne det vises, at der ikke var nogen opdeling i mindre bestande, og at ålen i hele dens udbredelsesområde kan betragtes som en og samme bestand (Als et al., 2011).

Ålen er almindeligt forekommende i ferskvand og langs vores kyster og fjorde. Ål betegnes ofte som en katadrom fiskeart, hvilket vil sige at den opholder sig størstedelen af sit liv i ferskvand, for så at vandre ud i saltvand for at gyde. Man ved dog, at ålen vokser op i både ferske, brakke og marine miljøer. En del af de juvenile ål der ankommer til Europas og de danske kyster fra Sargassohavet, vandrer ikke op i ferskvand, men forbliver i de kystnære og brakke vandområder under hele deres opvækst (Edeline, Dufour, & Elie, 2005; Tsukamoto, Nakai, & Tesch, 1998; Tzeng, Wang, Wickstrom, & Reizenstein, 2000).

### 3.2 Bestandsstatus

Rekruttering af åleyngel fra Sargassohavet til de Europæiske kyster faldt kraftigt fra 1980 til omkring 2010, og selvom udviklingen er stagneret, er niveauet fortsat lavt (Figur 1).

Rekrutteringen af glasål til Europæiske kyster udgjorde i 2018 2,1% af 1960-1979-niveauet i Nordsøen (North Sea index) og 10,1% i det sydlige Europa (Elsewhere Europe index). Den årlige rekruttering af unge ål til ferskvand i 2018 var 29% af 1960-1979 niveauet (ICES, 2018).



Figur 1. Udviklingen i rekrutteringen af glas- og gulål i perioden 1960-2018 (ICES, 2018).

Glasål indtrækket monitoreres af DTU Aqua på en række lokaliteter i Jylland og på Sjælland enten ved hjælp af elektrofiskeri som i Vester Vedsted Bæk, Klitmøller Å, Nors Å, Slette Å, eller ålefælder indrettet ved en opstemning af vandløbet på Harte vandkraftværk i Kolding å, Tangeværket i Gudenåen samt ved Hellebækken i Nordsjælland. Data fra disse monitoringsstationer indgår i ICES bestandsvurdering og rekrutteringsindeks (Figur 1). Et eksempel på hvordan en ålefælde er konstrueret, samt antallet af monitorerede glasål i Hellebækken er vist i Bilag 1.

### 3.3 Forvaltning

EU kommissionen udgav i 2007 en forordning, med det formål at vende udviklingen og fremskynde genopbygning af bestanden af Europæiske ål. Forordningen pålægger de enkelte medlemslande at udarbejde nationale forvaltningsplaner for ål. Målet med forvaltningsplanen er at øge biomassen af blankål, svarende til 40% set i forhold til den ålebiomasse, der ville undslippe til havet, hvis bestanden ikke var udsat for menneskeskabt påvirkning/dødelighed.

Rådets forordning nævner en række virkemidler som kan anvendes til forvaltningsplanens målopfyldelse, herunder reduktion af dødelighed på ål som følge af fiskeri, spærringer i vandløb, vandkraftturbiner og prædation (fra f.eks. skarv) og som bestandsfremmende indsats udsætning af yngel.

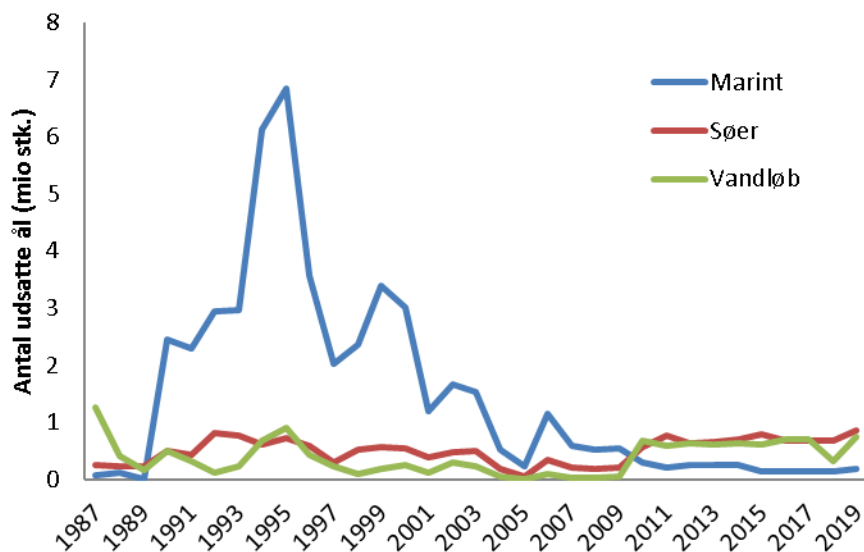
Flodmundinger, estuarier og kystnære områder, er meget produktive naturområder. Disse områder huser ofte et rigt fiskesamfund, bestående af både marine - og ferskvandsarter som, afhængig af saltholdigheden i vandet, kan leve i dette omskiftelige miljø. Her er ofte ideelle habitater for ål, og den er, og har været, én af de almindeligste arter her (Støttrup et al., 2017).

### 3.4 Bestandsophjælpning ved udsætning

Der er igennem mange år udsat åleyngel i både ferskvand og saltvand i Danmark (Figur 2), med henblik på at øge lokale bestande og fiskeriet efter ål. Siden EU's åleforordning trådte i kraft i 2007 har formålet med udsætningerne været at øge mængden af ål der søger mod gydepladserne i Sargassohavet (EU, 2007). Flere undersøgelser har vurderet effekten af ferskvandsudsatte ål (Bisgaard & Pedersen, 1991; Pedersen, Jepsen, & Rasmussen, 2017; Simon & Dörner, 2013; Simon, Dörner, Scott, Schreckenbach, & Knosche, 2013), men der forefindes kun få undersøgelser om effekten af marint udsatte juvenile europæiske ål. De undersøgelser der findes, viser at de udsatte ål vokser og overlever til blankålstadiet i beskyttede kystområder som Bælthavet og fjordområder (Pedersen, 2010).

En vurdering af effekten af udsætninger målt som vækst og overlevelse af de udsatte ål og i sidste ende den mængde af blankål (biomasse), der undslipper tilbage til havet for at gyde forudsætter, at de ål der udsættes kan adskilles fra andre (vilde) ål på udsætningslokaliteten. Dette kan gøres ved at mærke ålene, så udsatte ål kan skelnes fra vilde ål ved senere genfangst.

Åleudsætningerne finansieres af staten, den Europæiske Hav og Fiskerifond samt af Fiskeplejemidler. Fiskerifonden yder et tilskud på 75% til de udsætninger som er målrettet den danske forvaltningsplan for ål, det vil sige til udsætninger i ferskvand. De marine udsætninger finansieres alene med Fiskeplejemidler. Fordelingen af fisk mellem det marine og det ferske vandområde aftales i Fiskeplejens §7 udvalg. De seneste år er udsætningerne i marine områder i Danmark faldet drastisk, eksempelvis udgjorde udsætninger i kystnære områder i 2019 ca. 12% af de samlede åleudsætninger i Danmark (Pedersen, 2019) (Figur 2).



Figur 2. Antallet af ål udsat i perioden 1987-2019 med støtte fra staten, ålefonden og Fiskeplejemidler (Fiskepleje.dk).

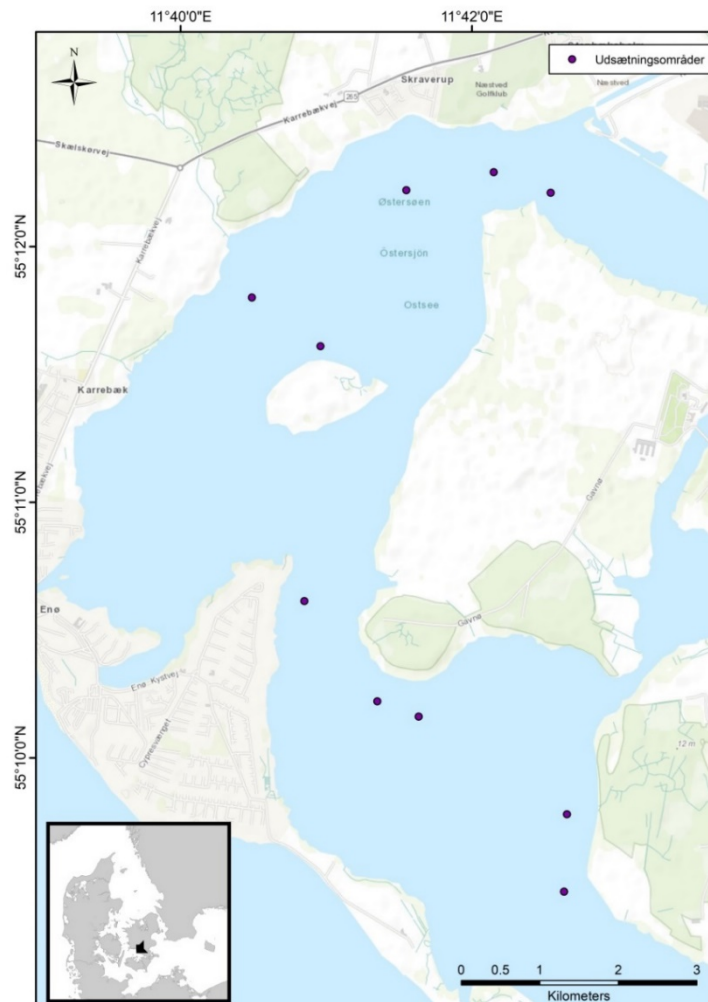
Det danske udsætningsprogram for ål benytter importerede glasål, som er opvokset i kommercielle ålefarme, til en størrelse på ca. 2-5 g. For at kunne vurdere effekten af udsætninger af opfodrede ål i kystnære områder, blev der i 2011 og 2012 udsat 75.000 mærkede juvenile ål i Karrebæk Fjord og Susåen.

Det overordnede formål med indeværende projekt var at undersøge betydningen af kystnære habitater for juvenile ål. Det ønskes undersøgt hvilken vækst, tæthed og overlevelse som udsatte ål har i sådanne områder

## 4. Materialer og metoder

### 4.1 Undersøgellesområde

Karrebæk Fjord ligger i den sydvestlige del af Sjælland, i den vestlige del af Østersøen (ICES område 22). Karrebæk og Dybsø Sønderfjord (herefter blot kaldt Karrebæk Fjord), (Figur 3), blev valgt som undersøgelsesområde, af flere årsager. For det første findes ålen i fjorden i forvejen. Derudover findes der rigeligt med føde i fjorden til eksempelvis ålen, da der inden udsætning blev foretaget forsøgsfiskeri med fintmaskede ruser, som viste store mængder af blandt andet rejer, kutling, ålekvalbe og tangsnarre (Bilag 3). Derudover var der i forvejen etableret et samarbejde med lokale fiskere, fra tidligere projekter, som indvilligede i at fortsætte samarbejdet omkring ål. Fjorden er udformet på en måde, som gør det til et ideelt undersøgelsesområde. Fjorden danner en form for halvlukket system, hvilket gør at de fisk der lever i fjorden, muligvis ikke har lige så stor tilbøjelighed til at vandre ud af fjorden, som hvis det var en åben fjord. Derudover har fjorden flere ferskvandstilløb, det største tilløb er Susåen, som i dette tilfælde er benyttet til udsætning af ål.



Figur 3. Karrebæk Fjord ligger i den sydvestlige del af Sjælland, ud til Storebælt, og med Susåen som det største ferskvandsførende tilløb til fjorden. De lilla prikker indikerer positioner for udsætninger af ål i Karrebæk Fjord i 2011 og 2012. I alt 62.500 stk. juvenile ål blev fordelt i det meste af Karrebæk Fjord på disse lokaliteter. Udsætning af ål i Susåen (12.500 stk.) foregik længere opstrøms i vandløbet.

Fjorden er ca. 33 km<sup>2</sup> stor, lavvandet (<5 m) (Miljøstyrelsen, 2000), med en dyb (>7 m), etableret sejllrende som leder større skibe frem og tilbage til Næstved, via Susåen. Saliniteten i fjorden er på 2-10 ppt, hvilket skyldes at hovedsageligt Susåen leder ferskvand (9 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>) ud i fjorden, men også en del mindre vandløb, såsom Fladså og Saltø å, har udløb til Karrebæk Fjord. Sedimentet i fjorden består hovedsageligt af sand og grus, med en tæt bevoksning af grønalger i sommerhalvåret (Miljøstyrelsen, 2000).

Fjorden har tre forbindelser til Storebælt, et i nord (40 m bredt), og to i den sydlige del (100 og 300 m brede). Det nordlige udløb er en dyb (8 m) gravet kanal, som bruges til bådtrafik ind og ud af fjorden. De to sydlige udløb er naturlige og har en noget lavere dybde.

Der foregår fiskeri i fjorden, især med kasteruser, efter ål i foråret og efterårsperioden. Derudover bliver der især fisket efter skrubber og aborrer, samt hornfisk i sæsonen.

## 4.2 Mærkning af udsætningsål

I 2011 og 2012 blev der i alt mærket 75.000 stk. juvenile ål med kodede wire mærker (Coded Wire tags (CW)). Ålene blev udsat i Karrebæk fjord og Susåen. De udsatte ål var ca. 13-14 cm og 3,3-3,9 gram store ved udsætning. Udsætningssted, tidspunkt, antal og størrelse af de enkelte udsætninger findes i Tabel 1.

Tabel 1. Fordelingen af udsatte CW mærkede ål i Susåen og Karrebæk fjord i 2011 og 2012. De fire grupper af fisk blev mærket med forskellige identificerbare koder (CW mærke nr.), som gør det muligt, ved genfangst, at identificere udsætningssted og dato hvor fisken stammer fra.

År	2011	2011	2012	2012
<b>Udsætningssted</b>	Suså	Karrebæk Fjord	Karrebæk Fjord	Karrebæk Fjord
<b>Benævnt i rapport</b>	N/A	2011	2012a	2012b
<b>Mærkeperiode</b>	16.-22. juni	22.-30. juni	27. juni-10. juli	11.-27. juli
<b>Udsætningsdato</b>	1. juli	1. juli	11. juli	30. juli
<b>Antal (stk.)</b>	12.527	12.313	25.000	25.060
<b>CW mærke nr.</b>	23	230419	230425	230423
<b>Mærketab (%)</b>	0,3	0,7	0,4	0,2
<b>Gennemsnitslængde (cm) (min-maks)</b>	13,1 (9,3-16,2)	13,3 (9,6-18,3)	14,4 (10,3-17,9)	14,3 (11,4-16,7)
<b>Gennemsnitsvægt (g) (min-maks)</b>	3,3 (1,1-6,6)	3,5 (0,7-8,1)	3,9 (1,3-7,8)	3,6 (1,0-6,4)

Ålene stammede fra to danske åledambrug; Steensgård Åledambrug, Randbøl og Royal Danish Seafood, Skærbæk. Til disse dambrug blev glasålene hjemtaget fra glasålsfiskerier i Frankrig i vinteren inden mærkning. Glasålene vejede ved ankomsten til åledambrugene ca. 0,3 gram/stk., og mere end tidoblede deres vægt i løbet af de 3-6 måneder i dambruget.

Ålene blev overført til Danmarks Center for Vildlaks (DCV) i Randers, for at blive mærket. Inden mærkningen blev ålene bedøvet med Benzokain (0,05 % opløsning) og herefter blev hver enkelt ål mærket med ét CW mærke i rygmuskulaturen (Figur 4 og Figur 5). Mærkningen foregik med en automatisk mærkemaskine (Northwest Marine Technology MK IV), og mærkningen af en pulje, svarende til ca. 25.000 stk. ål foregik over en to ugers periode. Fiskene blev ikke fodret i mærkningsperioden.

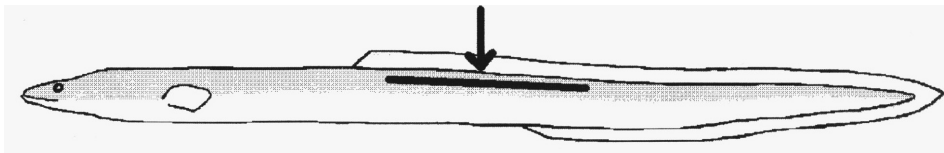


Figur 4: Til venstre et Coded Wire (CW) mærke. Det er ca. 1 mm langt og 0,25 mm i diameter. Til højre et eksempel på et serie nr. der kan aflæses på selve mærket ved hjælp af et stereolup.

Selve CW mærket består af magnetiseret rustfrit stål og har en seriekode som varierer imellem de enkelte udsætningsgrupper, hvorved de enkelte udsætningsgrupper senere kan adskilles fra hinanden.

Denne metode er testet på små ål og har før været anvendt i lignende undersøgelser (Pedersen & Rasmussen, 2015; Thomassen, Pedersen, & Holdensgaard, 2000) (Figur 5).

Ved udsætning var mellem 99,3 og 99,8 % CW mærket. Det vil sige at mellem 0,2-0,7 % af ålene havde afstødt mærket (Tabel 1).



Figur 5. CW mærket placeres i rygmuskulaturen ca. midt på ålen over gattet (Thomassen et al. 2000).

### 4.3 Udsætning af mærkede ål

Ved udsætningen af ålene fulgtes den vejledning der findes i Handlingsplan for Fiskeplejens udsætning af ål (Pedersen, 2019). Ålene blev transporteret i polystyrenkasser (16x40x60 cm) fra Brugsgård, Randers til Karrebæk Fjord. Inden transporten blev ålene nedkølet til 11 grader. Ca. 1300-1600 ål (4,5- 5,5 kg) blev fordelt i hver kasse sammen med 1-2 deciliter vand så ålene forblev fugtige under transporten. Transporttiden og opholdet i de lukkede kasser varierede mellem 2 og 7 timer. Alle ål var friske ved udsætning og søgte straks til bunden Den største del af ålene blev spredt ud over hele fjorden, i områder med tydelig bundvegetation, som ålene kunne benytte som skjul i den første tid. Fordelingen af ål i fjorden kan ses på Figur 3. Derudover blev en andel af ålene udsat i Susåen, ca. > 2 km opstrøms udløbet til Karrebæk Fjord. Alle ålene var friske og søgte straks efter udsætningen mod bunden for at finde skjul.

I juli 2011 (efterfølgende benævnt gruppe 2011) blev der udsat 25.000 ål i Susåen og i Karrebæk Fjord, fordelt således; 12.500 stk., i Susåen, udsat fra en glidende båd fra Ganges Bro, Næstved og 2 km nedstrøms til en gangbro over åen ved Herlufholm kostskole. 12.500 stk. blev fordelt i selve fjorden.

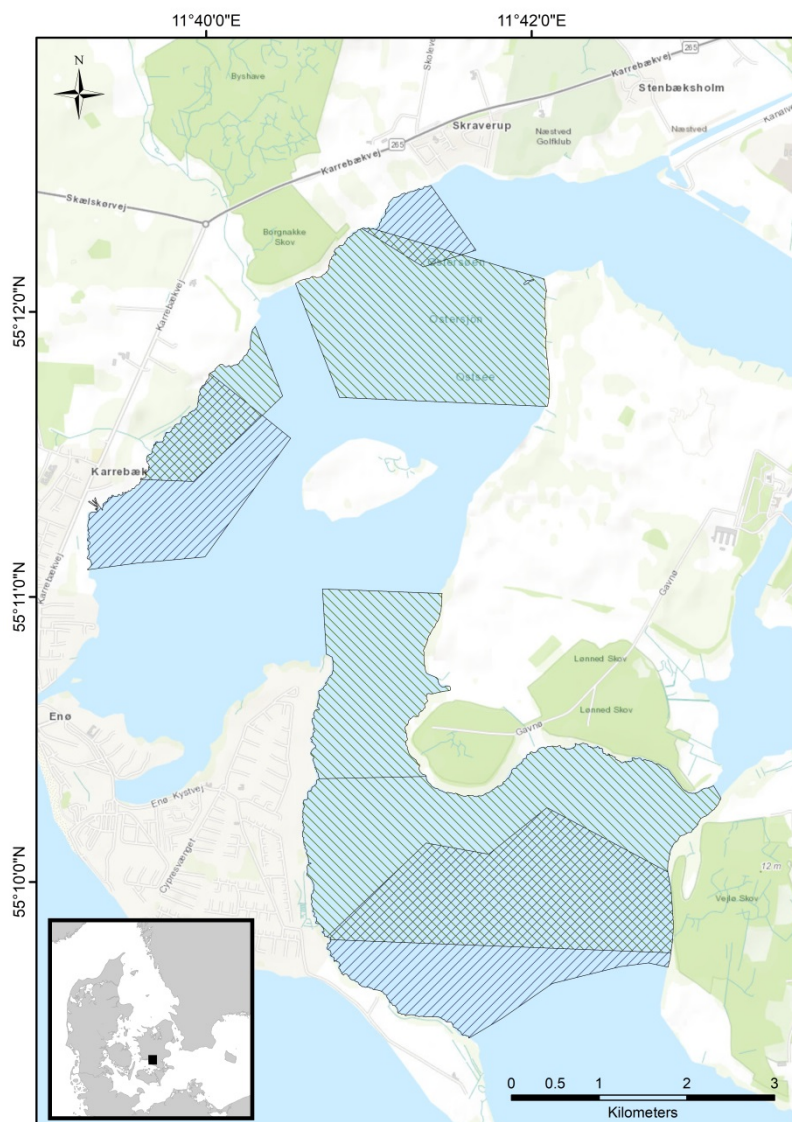
I juli 2012 blev der også udsat to puljer af unge ål (efterfølgende benævnt henholdsvis udsætningsdato 11-07-2012 = 2012a og udsætningsdato 30-07-2012 = 2012b), på to forskellige datoer og CW mærkenumre. Alle ålene blev udsat i fjorden, i alt 50.000 stk. Ålene blev fordelt i Karrebæk Fjord, i de samme områder som året før. Der er udsat i alt 75.000 CW mærkede ål i



Karrebæk Fjord og Susåen i årene 2011 og 2012 (Tabel 1). Der blev ikke observeret nogen dødelighed i forbindelse med transport, mærkning og udsætning.

#### 4.4 Genfangst af mærkede ål

I 2013 blev der etableret et samarbejde med lokale fritidsfiskere i Karrebæk Fjord om genfangst af de udsatte, mærkede ål. Fiskerne som DTU Aqua samarbejdede med, fik dispensation til at fiske i lukkeperioden for anvendelse af kasteruser (10. maj – 31. juli), samt at ilandbringe og opbevare ål under mindstemålet. Fiskeriet efter de udsatte ål begyndte i sensommeren 2013, og foregik med almindelige åluser, og var fordelt over det meste af fjorden. Nogle områder fiskes specifikke tidspunkter af året, andre områder fiskes igennem hele sæsonen (Figur 6).



Figur 6. Genfangsten af ål foregår i de afmærkede områder. De forskellige skraverede områder henviser til de forskellige områder der fiskes i på forskellige årstider.

Fiskeriet på fjorden starter i april når vandtemperaturen er nået op på ca. 10 C°. Herefter begynder de gule ål der har ligget i dvale hele vinteren, at vandre rundt efter føde. Om foråret



forekommer et udtræk af blankål fra Susåen som kan indgå i rusefiskeriet. Det antages at være blankål som ikke er nået at vandre til havs i løbet af den normale efterårsudvandring fra september - midt november. Sidst på efteråret kommer der et indtræk af gule ål fra Storebælt som søger vinterly inde i fjorden (Pers. kom. Fritidsfisker Tonny Rasmussen).

Efter fangst, opbevares ålene i en dam på båden eller i hyttefade indtil DTU Aqua undersøger (scanner) ålene for mærker. Disse scanninger foregår ca. hver 4-6. uge i hele fiskeperioden (april-november).

Procedure for scanningen er som følger: Et kar med bedøvelse (benzokain 1,5 ml/l) og et kar med friskt iltet vand klargøres. Ca. 30 ål overføres til karret med bedøvelse og efter få minutter i bedøvelsen, vejes og måles hver enkelt ål til nærmeste 0,5 centimeter og gram ( $\pm 1$  g). Hver enkelt ål scannes derefter med en håndscanner (Handheld Wand Detector, North West Marine), der detekterer CW mærket som sidder i ålens muskulatur. De ål der indeholder CW mærker bliver lagt i individuelle poser med labels, og nedfryses indtil de videre undersøgelser foretages i laboratoriet. I laboratoriet genfindes mærkerne og koden aflæses på det enkelte CW mærke under stereolup.

## 4.5 Dataanalyse

En Anova (Chambers, Freeny, & Heiberger, 1992) blev brugt til at undersøge om der var signifikant forskel iblandt længdetilvæksten for de tre grupper af ål. Den årlige tilvækst pr ål, transformeret med den naturlige logaritme (LN), blev anvendt som responderende variabel. De tre grupper af ål (2011, 2012a og 2012b) blev anvendt som forklarende variabel. Anovaen blev evalueret ved at tilgå diagnostiserende plots. Endelig blev den gennemsnitlige længdetilvækst sammenlignet imellem ålgrupperne med en Tukey test (Miller, 1981; Yandell, 1997) for at undersøge hvilke grupper der var signifikant forskellige.

Fultons (1904) konditionsfaktor  $K$  for de genfangede ål er beregnet som;

$$K = \frac{\text{vægt [g]} \times 100}{\text{Længde}^3 [\text{cm}]}$$

$K$  beregnes for individuelle ål, samt et gennemsnitligt  $K$  for henholdsvis mærkede og vilde ål (Ricker, 1975).

Den årlige længde- eller vægttilvækst er beregnet ved;

$$\text{Tilvækst} = \frac{X_{\text{udsætning}} - X_{\text{genfangst}}}{\text{Antal vækstsæsoner}}$$

hvor  $X$  er vægt (gram) eller længde (cm).

I tilfælde hvor kun længde forefindes, er vægten af den enkelte ål estimeret ved hjælp af længde/vægt relation på de ål hvor vægt og længde er kendt;

$$W = a * L^b$$

Længde/vægt relationen findes ved logaritmisk transformation af såvel længde som vægt hvilket giver lineær sammenhæng:  $\ln(W) = \ln(a) + b \ln(L)$ ; hvor W og L er henholdsvis vægt i gram og længde i cm; a er en koefficient relateret til kropsformen, og b en konstant der indikerer isometrisk vækst hvis den er lig med 3 (Boulenger, Acou, Trancart, Crivelli, & Feunteun, 2015).

For 616 ål med kendt længde og vægt fra Karrebæk Fjord fandtes følgende sammenhæng;

$$W = 0,0005 * L^{3,265}$$

## 5. Resultater

### 5.1 Genfangst af mærkede ål

DTU Aqua har undersøgt 4.854 ål (1.051 kg) for CW mærker i perioden 2013-2018 (Tabel 2). Ålene er landet af fritidsfiskere i Karrebæk Fjord (Figur 6).

De mærkede ål udgjorde årligt mellem 3 og 32 % af den undersøgte ålefangst (Tabel 2).

Tabel 2. Mængden (kg) og antallet af undersøgte fisk, samt antal CW mærkede genfangster fundet i de undersøgte fisk i Karrebæk Fjord i perioden 2013-2018.

År	Undersøgte fisk		Genfangster (mærkede fisk)	
	Kg	Antal	Antal	%
2013	27,4	186	14	8
2014	83,2	500	117	23
2015	99,4	530	168	32
2016	188,6	981	178	18
2017	439,1	1786	111	6
2018	213,3	871	28	3
<b>Total</b>	<b>1.051</b>	<b>4.854</b>	<b>616</b>	<b>13</b>

Af den totale udsætning på 62.300 stk. mærkede ål udsat i Karrebæk Fjord, svarer det til en genfangst af disse på ca. 1 % (Tabel 3).

Der er genfanget fisk fra samtlige af de tre udsætninger i Karrebæk Fjord 2011, 2012a og 2012b. Der er en klar overvægt af genfangster fra udsætning 2012a, færrest fra udsætning 2011. Der er ikke genfanget nogen fisk, fra udsætningen i Susåen i 2011 (Tabel 3).

Tabel 3. Genfangster af ål, fordelt på de fire udsætninger i 2011 og 2012. Det specifikke antal udsatte ål i de fire områder ses i Tabel 1.

Udsætning (sted)	Genfangst (antal)	Genfangst (%)
Suså	0	-
Karrebæk fjord	90	0,7
Karrebæk fjord	331	1,3
Karrebæk fjord	195	0,8
<b>I alt</b>	<b>616</b>	<b>1,0</b>

### 5.2 Vækst og kondition på genfangede ål

Der var forskel på størrelsen af de ål der blev udsat i de enkelte områder. De ål der blev udsat i Susåen var i gennemsnit 9% mindre i længden, og 18% mindre i vægt, end de fisk der blev udsat i Karrebæk Fjord (Tabel 1).

Det gennemsnitlige antal dage inden genfangst af de udsatte ål var 1.307 dage (min-maks: 380-2.666 dage) (Tabel 4). Ålene er genfanget i længde og vægtintervallet fra henholdsvis 30-82 cm, med en gennemsnitslængde på 49,5 cm og en genfangstvægt på 30-1.330 g, med en gennemsnitsvægt på 254 g.

Fultons konditionsfaktor ( $K$ ) var i gennemsnit henholdsvis 0,16 ( $\pm$  s.d.=0,03) og 0,15 ( $\pm$  s.d.=0,03) for gruppen af udsatte og vilde ål.

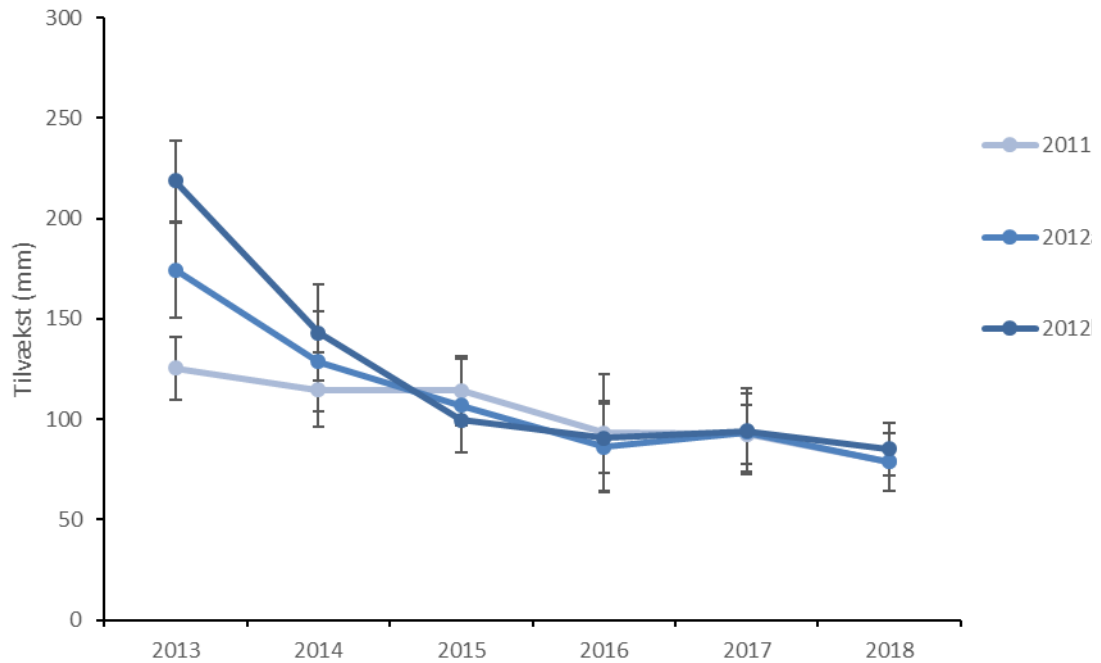
Tabel 4. Genfangstdata fra mærkede ål udsat i Karrebæk Fjord samt vilde ål; Antallet af genfange ål, dage fra udsætning til genfangst (dage), længde (cm), vægt (g), vækstrate (cm), Længdetilvækst (cm år<sup>-1</sup>) samt Fultons konditionsfaktor ( $K$ ).

	Fangede ål (antal)	Gns. genfangst (dage)	Total længde (cm)			Total vægt (g)			Længdetilvækst mærkede ål (cm/år)	Gns. konditions- faktor $K$ ( $\pm$ s.d.)
			Min	Middel ( $\pm$ s.d.)	Maks	Min	Middel ( $\pm$ s.d.)	Maks		
<b>Mærket og udsat i Karrebæk fjord (total gennemsnit)</b>	616	1307		49,5 (10,73)			254,4 (201,5)		10,3	0,16 (0,03)
<b>2013</b>	14	617	30	36,5 (3,74)	44	47	92,5 (37,8)	197	15,6	0,18 (0,03)
<b>2014</b>	117	868	30	43,1 (6,51)	59	30	131,5 (68,6)	392	12,8	0,15 (0,02)
<b>2015</b>	168	1164	34	46,5 (7,41)	73	48	182,7 (114,4)	717	10,5	0,17 (0,03)
<b>2016</b>	178	1444	31	50,3 (9,48)	80	44	232,6 (196,9)	1178	8,8	0,15 (0,03)
<b>2017</b>	111	1848	38	61,8 (10,01)	82	60	477,4 (263,1)	1330	9,4	0,18 (0,03)
<b>2018</b>	28	2187	48	63,0 (8,20)	76	150	484,5 (239,8)	1078	8,1	0,18 (0,03)
<b>Vild</b>	4241	NA	20	48,3	100	16	212,7	1750	NA	0,15 (0,03)

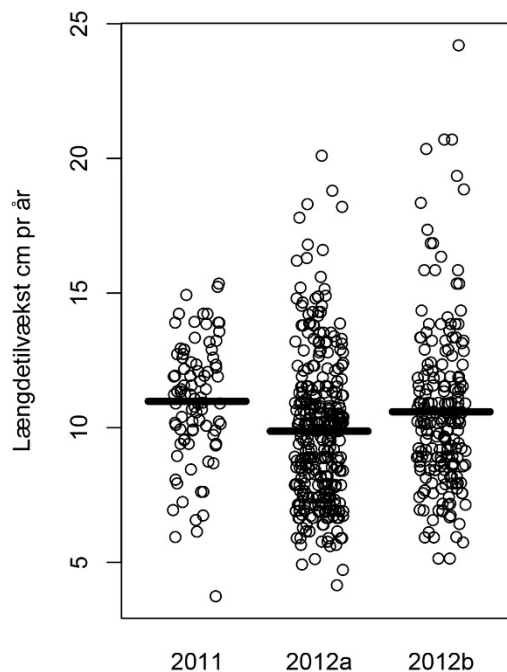
Længdetilvæksten af de tre grupper af ål udsat i henholdsvis 2011, 2012a og 2012b er som gennemsnit af alle år og grupper på 10,3 cm år<sup>-1</sup> (Tabel 4, Figur 7), med den højeste tilvækst i 2013 på 15,6 cm år<sup>-1</sup>. Den højeste tilvækst findes for de tre grupper i årene lige efter udsætning, og aftager for alle tre grupper, jo ældre fiskene bliver (Figur 7).

Der var stor individuel spredning i væksten af de genfangede ål. Mindste længdetilvækst år<sup>-1</sup> = 3,74 cm og den maksimale længdetilvækst var år<sup>-1</sup> = 24,2 cm.

Der var signifikant forskel i længdetilvækst mellem de tre grupper af ål (2011 = 90 stk, 2012a = 331, 2012b = 195) (ANOVA,  $F=8.84$ ,  $p<0.001$ ) (Figur 8). Ålene udsat i 2012a havde signifikant lavere længdetilvækst sammenlignet med 2011 (Tukey test,  $p<0.001$ ) og 2012b (Tukey test,  $p=0.01$ ) grupperne af ål. Derimod var der ingen signifikant forskel i længdetilvækst mellem 2011 og 2012b gruppen af ål (Tukey test,  $p=0.31$ ).



Figur 7. Længdetilvækst i mm ( $\pm$ SD) pr år for udsatte og genfangede CW mærkede ål, udsat i henholdsvis 2011 og 2012a og 2012b.



Figur 8. Længdetilvækst for de tre grupper af ål udsat i Karrebæk Fjord i henholdsvis 2011, 2012a og 2012b. Den vandrette sorte linje viser gennemsnittet. Gruppen af ål udsat i 2012a har signifikant lavere længdetilvækst end de to øvrige grupper af ål udsat henholdsvis i 2011 og 2012b. Det ses også at 2011 gruppen har en mere homogen længdetilvækst, hvorimod gruppe 2012a og 2012b har individer hvor længdetilvæksten ligger væsentligt fra gennemsnittet.

### **5.3 Kønsratio og stadie**

Forsøgsfiskeriet foregik i perioden april-november. De undersøgte fisk bestod hovedsageligt af gule ål men der forekom også blanke ål i fangsterne, fordelingen er ikke nærmere opgjort. Alle mærkede ål er blevet kønsidentificeret i laboratoriet. Over 99,5 % af fiskene er identificeret som hun-ål. Der var to individer hvor kønnet ikke kunne fastslås.

### **5.4 Rekruttering til Karrebæk Fjord**

På baggrund af andelen af de udsatte ål i fangsterne, kan den naturlige rekruttering til fjorden estimeres. Hvis det antages at de 62.500 stk. udsatte ål (udsætningen af ål i Suså er ikke indregnet) fem år efter udsætning udgør 13 % af de fangbare ål i fjorden (tabel 2), svarer det til at den naturlige bestand (af 2-5 g ål) er ca. 480.000 stk. Den naturlige rekruttering vil svare til en tæthed af ål i fjorden på 0,015 individer  $m^{-2}$ .

## 6. Diskussion

Det overordnede mål med indeværende undersøgelse var blandt andet at bestemme de udsatte åls vækst, kondition og overlevelse. Det var muligt at genkende og undersøge de udsatte ål ved genfangst, da de udsatte fisk var CW mærkede inden udsætning, og derved kunne skelnes fra de vilde fisk. Denne metode er meget velegnet til mærkning af små ål, og andre arter, ned til ca. 10 cm og få gram, da mærket er meget lille, ca. 1 mm, og det sidder indvortes. Tidligere studier har fundet, at der ikke er nogen dødelighed forbundet med mærkning af ål på denne måde, tabet af mærker er meget lille (<1%), og størstedelen af tabet sker inden for to timer efter mærkning (Thomassen et al., 2000). Ulemperne ved at mærke ål med denne metode er dog blandt andet, at fiskere, der fanger en mærket fisk, ikke kan se om ålen er mærket eller ej, og derved ikke har mulighed for at rapportere til DTU Aqua ved fangst af mærkede ål. Desuden er det nødvendigt manuelt at undersøge hver enkelt ål for mærker, hvilket er meget tidskrævende. Derudover er mærket et passivt mærke, som udelukkende identificerer ålen, og giver et øjebliksbillede af ålens vækst og kondition ved genfangstøjeblikket.

I dette projekt er der udsat i alt 75.000 CW-mærkede ål (2-5 gram) i henholdsvis Karrebæk Fjord (62.500) og Susåen (12.500). Gennem samarbejde med to lokale fritidsfiskere er der undersøgt 4.854 rusefangede ål hvoraf 616 ål (13%) var udsatte CW-mærkede ål. Genfangsterne viser, at andelen af mærkede ål falder i fangsterne, jo flere år der går efter udsætningen. Det er naturligt at genfangstandelen falder over tid, da andelen af mærkede ål vil falde fordi ålene efterhånden enten bliver fanget eller vandrer mod Sargassohavet. Det må også formodes at nogle dør af naturlige årsager som f.eks. prædation.

De udsatte ål udgjorde i perioden 2013-2018 samlet set 13% af de undersøgte ålefangster i Karrebæk Fjord, med årlige genfangster så høje som henholdsvis 23, 32 og 18% i årene 2014-2016. Den meget høje genfangstandel skyldes at den årlige gennemsnitlige længdetilvækst på 10,3 cm år<sup>-1</sup> har gjort at fiskene ca. 3-5 år efter udsætning, i perioden 2014-2016 er vokset ind i fiskeriet, altså at de er vokset over mindstemålet på 40 cm. Genfangstandelen var på 3% 6-7 år efter udsætningen. Sammenlignet med andre undersøgelser er den fundne gennemsnitlige genfangstandel på 13% høj. Eksempelvis udgjorde udsatte ål 5-6% af fangsterne i Roskilde fjord (Pedersen, 2010). Genfangster efter udsætninger på åbne kyster, er væsentligt lavere, med genfangster på i alt 0,2% (Pedersen, 1998). Det kan tyde på at de udsatte ål i langt højere grad forbliver i udsætningsområdet i Karrebæk Fjord, og derfor vælger ikke at vandre op i de ferskvandstilløb der er til fjorden, eller ud i saltvand. Karrebæk fjord er mere lukket af til eksempelvis saltvand end eksempelvis Roskilde fjord, hvilket også kan have en positiv påvirkning på genfangstandelen. At ålene ikke bevæger sig væk fra udsætningsområdet, bakkes op af det faktum at der ikke er genfanget og registreret nogle af de ål der blev udsat i Susåen ude i fjorden. Den gode overlevelse og høje tilvækst for de udsatte ål i Karrebæk Fjord tyder på en rigtig god tilvænnning til de naturlige fødeemner der findes i fjorden, samt tilgang til rigelige mængder føde og rig mulighed for skjul. Desuden er den høje overlevelse og vækst tegn på at fjorden bliver varm gennem lange perioder af året, hvilket er essentielt for ålens vækst. Det vurderes at prædation på de udsatte ål er begrænset relativt set, eksempelvis set i forhold til at Jepsen et al., (2010) viste at ca. 40% af udsatte ål i Ringkøbing Fjord blev ædt af skarver 1-5 måneder efter udsætning. Trods tilstedeværelsen af en skarvkoloni på Ormø mindre end 15 km væk, viser resultaterne her ikke tegn på samme omfattende prædation. Enkelte PIT- mærker



blev genfundet ved undersøgelse af kolonien på Ormø (Bilag 2). Bouchereau et al., (2009) har påvist at ål æder de mest tilgængelige bentiske fødeemner på et givet tidspunkt uden at benytte en bestemt fødestrategi. Ål tilpasser deres fødevalg i forhold til de tilgængelige ressourcer, der findes i det enkelte økosystem på det daværende tidspunkt. De foretrukne fødeemner for Europæisk ål i fjordsystemer er fundet til at være tanglopper og andre små krebsdyr (amfipoder), insektlarver, strandkrabber, rejer og små fisk (Bouchereau et al., 2009; Costa, Assis, Almeida, Moreira, & Costa, 1992). Dette passer godt med den fødetilgængelighed der findes i Karrebæk Fjord, hvor der er en meget høj tæthed af især rejer, strandkrabber, kutlinger, ålekvabbe, tangsnarre, hundestejler og tangnål, fundet ved hjælp af forsøgsfiskeri med rejeruser (Bilag 3 og 4). Udsætningstidspunktet for ålene i Karrebæk Fjord falder tilfældigvis sammen med en sideløbende opdukken af den invasive fiskeart sortmundet kutling i området. Sortmundet kutling blev første gang observeret i området i 2010, og er på få år blevet den mest dominerende art i de Sydøstdanske kystnære områder, inklusiv Karrebæk Fjord (Støttrup et al., 2017), hvor der er fundet op til 1 fisk m<sup>-2</sup> fjordbund (Christoffersen, Svendsen, Behrens, Jepsen, & van Deurs, 2019). Denne tilkomne nye art, kan være medvirkende til at ålene i Karrebæk Fjord har en relativ høj tilvækst. Maveundersøgelser af ål fra Karrebæk Fjord har påvist at ål æder sortmundet kutling (Upubliceret data DTU Aqua, 2019), og må, grundet de store mængder af denne fisk, formodes at være en let tilgængelig fødekilde for ålen i området.

At de udsatte ål voksede godt, ses også ud fra deres konditionsfaktor. Beregningen af eksempelvis Fultons (1904) konditionsfaktor giver indsigt i tilstande såsom, ernæringstilstand og fødeaktivitet for de enkelte grupper af ål (Cone, 1989). Konditionsfaktoren for de udsatte (0,16) og de vilde ål (0,15) i dette studie ligger begge inden for det normale, sammenlignet med andre studier (Kangur & Kangur, 1998; Simon, 2007; Simon & Dörner, 2013). Studier fra kystnære områder i Holland finder en noget lavere konditionsfaktor på 0,08-0,12, hvilket kan tyde på ringere betingelser for ålene i disse områder, sammenlignet med ålene i Karrebæk Fjord.

Væksten af de udsatte ål kan sammenlignes med resultaterne fra lignende undersøgelser i Roskilde Fjord. Resultaterne fra Karrebæk Fjord viser at de udsatte ål generelt vokser godt og at selv det relativt lave antal ål, der udsættes, giver anledning til høje genfangster og formentlig ligeledes til et øget antal blankål som kan udvandre og blive en del af gydebiomassen i Sargassohavet.

Med andelen af udsatte og mærkede ål i fangsterne, kan den naturlige rekruttering til fjorden estimeres til omkring 480.000 stk. Den naturlige rekruttering vil svare til en tæthed af ål i fjorden på 0,015 individer m<sup>-2</sup>. Andre studier finder tætheder, der ligger højere end denne. Eksempelvis finder Westerberg, Haamer & Lagenfelt (1993) en tæthed på 0,4 ål m<sup>-2</sup>. Disse tætheder består af mindre ål. Derudover er undersøgelsen næsten 25 år gammel, og udviklingen i ålebestanden taget i betragtning er det nok en naturlig konsekvens at tætheden for bare få årtier tilbage var højere end de nuværende. Under alle omstændigheder er en tæthed af 3-5 grams ål på dette niveau meget lav for et fjordområde og der er således "god plads" til flere ål.

Den høje andel af udsatte ål i fangsterne, tyder således på en lav tæthed af vilde ål i området. Officielle landingstal af ål fra Fiskeristyrelsen i perioden 2012-2018 for Bælthavet og Vestlige Østersø, viser en stabil landingsmængde, dog med et fald i fangsterne i 2018. I 2018 er også antallet af undersøgte ål faldet markant, sammenlignet med de foregående år. Dette skyldes en meget lang og varm sommerperiode, hvor der blev fanget meget få fisk. Dermed har både det

erhvervsmæssige og fritidsfiskeriet med stor sandsynlighed været påvirket af vejret, som var meget varmt og stabilt hele sommeren, hvilket gav meget lave fangster. (Dynamisk tabel for landinger Udenrigsministeriet – Fiskeristyrelsen, 2019).

I dette studie findes en meget stor overvægt af hunner, svarende til mindst 99,5% af alle undersøgte individer. Der er ikke identificeret nogen hanner overhovedet. Samme overvægt af hunner findes i undersøgelsen af Castaldelli *et al.*, (2014), der forklarer 'feminiseringen' med det generelle voldsomme fald i ålebestanden, og den lavere tæthed. Det er dog helt imod den gængse opfattelse af at ål i fjordområder mest bliver til hanner, medens de store hunner produceres i søer. Fra udsætningerne i Roskilde Fjord, blev der fanget ål af begge køn, med en overvægt af hanner. Resultatet fra denne undersøgelse er derfor meget overraskende og kan muligvis tilskrives den lave tæthed af ål i fjorden som indvirker på ålens kønsdifferentiering, altså om det bliver en hun eller han ål. Yderligere kan høje koncentrationer af hormonlignende stoffer som østrogen i Karrebæk Fjord, være en medvirkende årsagsforklaring. Dette bør undersøges nærmere.

Der var en stor spredning i væksten i både længde og vægt af de genfangede ål. Nogle ål vokser langsomt, (minimum længdetilvækst  $\text{år}^{-1} = 3,74 \text{ cm}$ ), mens andre vokser ekstremt hurtigt (maksimum længdetilvækst  $\text{år}^{-1} = 24,2 \text{ cm}$ ). Sammenligning af længdetilvæksten for de forskellige udsætningspuljer viser at der er signifikant forskel i væksten imellem grupperne. De ål der blev udsat tidligt i 2012 (2012a, Tabel 1) havde en lavere vækst sammenlignet med de øvrige to grupper, hvor der ingen forskel var i væksten.

Det er interessant at der er så stor forskel på antal ål genfanget mellem de fire udsætningsgrupper. De ål, der blev sat ud i Susåen, har tydeligvis i stort omfang valgt at blive i åen og er ikke vandret ud i fjorden. Hvorvidt der har været stor dødelighed hos ålene i åen, vides ikke, men disse ål er formentlig vandret videre op i systemet og har oplevet dårligere vækstforhold end dem i fjorden. Både en lavere vandtemperatur og dårligere fødeudbud kan have været grunden til dette. Det er velkendt at ål, der når op i moser, søer og mindre åer, ofte bliver der i mange år og bliver til store hun-ål inden de vandrer mod havet. Ved fortsat scanning af ål fra fjorden vil der formentlig dukke nogle af ålene fra Susåen op og det tyder på at ål der udsættes i ferskvand er længere om at vokse ind i fiskeriet end fisk som er udsat i fjorden.

At der fanges dobbelt så mange af ålene fra den tidlige udsætning i 2012 (2012a, Tabel 1) end fra udsætningen to uger senere (2012b, Tabel 1), er overraskende. Enten er der tale om en tilfældighed eller den tidlige udsætning har ramt et særdeles gunstigt vindue for høj overlevelse efter udsætning. Resultatet giver derfor anledning til overvejelser omkring selve udsætningsproceduren og timingen af udsætningen, og en undersøgelse af effekten af udsætningstidspunkt bør undersøges nærmere.

Undersøgelser af Tsukamoto, Nakai & Tesch (1998) og Tzeng, Wang, Wickstrom & Reizenstein, (2000) og Edeline *et al.*, (2005) har vist at ål der lever i saltvand vokser hurtigere end deres artsfæller i ferskvand. En ikke nærmere beskrevet andel af de ål der kommer til kysterne i Europa benytter brakvandsområder (fjorde og estuarier) som opvækstområder og forbliver her indtil blankålstadiet hvor de drager tilbage mod gydepladserne. Dette studie har vist at ål i en typisk dansk fjord som Karrebæk Fjord, vokser godt og har en god overlevelse. Det betyder at disse habitater udgør velegnede opvækstområder for ål. Produktionen af ål fra disse

områder er begrænset af, at den naturlig rekruttering af yngel, som udgør under 10 % i forhold til for 30-40 år siden. Denne og andre undersøgelser (Pedersen, 1998) indikerer, at man med fordel også kan udsætte ål i saltvand som et forvaltningstiltag for ålebestanden. Det kræver en forvaltning, der tager udgangspunkt i forholdene i de forskellige regioner/områder for at sikre at indsatsen er mest effektiv, også herunder omkostningsmæssigt. I de indre danske farvande kan det anbefales at de EU understøttede udsætninger også kan ske i fjordområder og altså ikke alene i ferskvand. Iværksættes der et udsætningsprogram af ål i saltvand, bør dette følges op med et forskningsprogram der sigter på at belyse hvad der er nødvendigt for at sikre en høj vækst og overlevelse af de udsatte ål. Denne viden kan bruges til fremtidige valg af udsætningslokaliteter og forbedring af udsætningsprotokoller for ål.

Ud fra undersøgelsen kan det konkluderes, at udsætning af ål i Karrebæk Fjord betyder en øget bestand af ål i selve fjorden. Det tyder på, at de udsatte ål bliver i fjorden, og har en god vækst her. Skæbnen for de ål der blev udsat i Susåen kendes ikke. Den øgede bestand af ål i fjorden påvirker ålefiskeriet i fjorden positivt. Det er også muligt at udtrækket af blankål til gydeområderne i Sargassohavet forøges, uden der dog er evidens for dette. Derfor må det give rigtig god mening ved fremtidige udsætninger at øge andelen af ål i kystnære, beskyttede områder i forhold til det nuværende.

## 7. Referencer

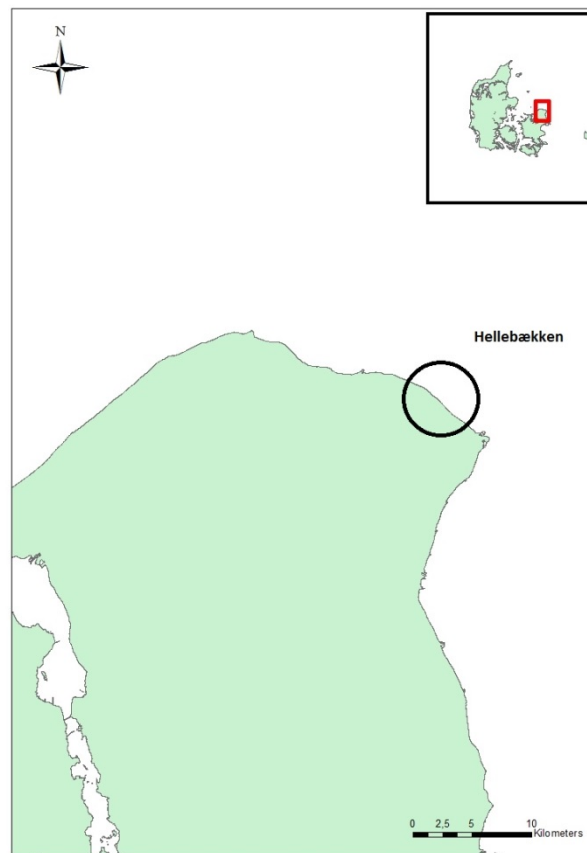
- Als, T. D., Hansen, M. M., Maes, G. E., Castonguay, M., Riemann, L., Aarestrup, K., ... Bernatchez, L. (2011). All roads lead to home: panmixia of European eel in the Sargasso Sea. *Molecular Ecology*. Retrieved from [http://journals.cambridge.org/abstract\\_S1551929513000503](http://journals.cambridge.org/abstract_S1551929513000503)
- Bisgaard, J., & Pedersen, M. I. (1991). Mortality and growth of wild and introduced cultured eels (*Anguilla anguilla* (L.)) in a Danish stream, with special reference to a new tagging technique. *Dana*, 9.
- Bouchereau, J. L., Marques, C., Pereira, P., Guelorget, O., & Vergne, Y. (2009). Food of the European eel *Anguilla anguilla* in the Mauguio lagoon (Mediterranean, France). *Acta Adriatica*, 50(2), 159–170.
- Boulenger, C., Acou, A., Trancart, T., Crivelli, A. J., & Feunteun, E. (2015). Length-weight relationships of the silver European eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), across its geographic range. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2), 427–430. <https://doi.org/10.1111/jai.12685>
- Castaldelli, G., Aschonitis, V., Lanzoni, M., Gelli, F., Rossi, R., & Fano, E. A. (2014). An update of the length-weight and length-age relationships of the European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus 1758) in the Comacchio Lagoon, northeast Adriatic Sea, Italy. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(3), 558–559. <https://doi.org/10.1111/jai.12392>
- Chambers, J. M., Freeny, A. E., & Heiberger, R. M. (1992). Analysis of variance; designed experiments. In *Statistical Models in S*. California: Wadsworth & Brooks/Cole, Pacific Grove.
- Christoffersen, M., Svendsen, J. C., Behrens, J. W., Jepsen, N., & van Deurs, M. (2019). Using acoustic telemetry and snorkel surveys to study diel activity and seasonal migration of round goby (*Neogobius melanostomus*) in an estuary of the Western Baltic Sea. *Fisheries Management and Ecology*. <https://doi.org/10.1111/fme.12336>
- Cone, R. S. (1989). The Need to Reconsider the Use of Condition Indices in Fishery Science. *Transactions of the American Fisheries Society*, 118(5), 510–514. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1989\)118<0511:TNTRTU>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1989)118<0511:TNTRTU>2.3.CO;2)
- Costa, J. L., Assis, C. A., Almeida, P. R., Moreira, F. M., & Costa, M. J. (1992). On the food of the European eel, *Anguilla anguilla* (L.), in the upper zone of the Tagus estuary, Portugal. *Journal of Fish Biology*, 41(5), 841–850. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1992.tb02712.x>
- Dekker, W. (2003). On the distribution of the European eel (*Anguilla anguilla*) and its fisheries. <https://doi.org/10.1139/F03-066>
- Edeline, E., Dufour, S., & Elie, P. (2005). Role of glass eel salinity preference in the control of habitat selection and growth plasticity in *Anguilla anguilla*. *Marine Ecology-Progress Series*, 304, 191–199.
- EU. (2007). *No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel*. Regulation, Council.
- Fulton, T. W. (1904). *The rate of growth of fishes. Twenty-second Annual Report*. Fisheries Board of Scotland. Retrieved from <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030255872/>
- ICES. (2018). *European eel (Anguilla anguilla) throughout its natural range*.
- Jepsen, N., Klenke, R., Sonnesen, P., & Bregnballe, T. (2010). The use of coded wire tags to estimate cormorant predation on fish stocks in an estuary. *Marine and Freshwater Research*, 61(3), 320–329. <https://doi.org/10.1071/mf09038>
- Kangur, A., & Kangur, K. (1998). Relationship between the population dynamics of chironomidae and the condition factor of European eel, *Anguilla anguilla* (L.) in Lake Võrtsjärv. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Water*, 28(1).
- Miljøstyrelsen. (2000). *Redegørelse fra Miljøstyrelsen The Aquatic Environment in Denmark 1996-1997 State of Danish freshwaters and inlets in 1996 and 1997*.
- Miller, R. G. J. (1981). *Simultaneous Statistical Inference*. Springer.
- Pedersen, M. I. (1998). Recapture rate, growth and sex of stocked cultured eels *Anguilla anguilla* (L.). *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture*, (349), 153–162.

- Pedersen, M. I. (2010). *Effektvurdering af åleudsætninger i Roskilde Fjord*. DTU Aqua-rapport nr. 230–2010.
- Pedersen, M. I. (2019). *Handlingsplan for Fiskeplejens udsætning af ål i 2019*. DTU Aqua 2019
- Pedersen, M. I., Jepsen, N., & Rasmussen, G. (2017). Survival and growth compared between wild and farmed eel stocked in freshwater ponds. *Fisheries Research*, 194, 112–116. <https://doi.org/10.1016/J.FISHRES.2017.05.013>
- Pedersen, M. I., & Rasmussen, G. (2015). Yield per recruit from stocking two different sizes of eel (*Anguilla anguilla*) in the brackish Roskilde Fjord. *ICES Journal of Marine Science*, 73(1).
- Ricker, W. E. (1975). Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 382–471. Retrieved from <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf>
- Simon, J. (2007). Age, growth, and condition of European eel (*Anguilla anguilla*) from six lakes in the River Havel system (Germany). – *ICES Journal of Marine Science*, 64. Retrieved from <http://icesjms.oxfordjournals.org/content/64/7/1414.full.pdf>
- Simon, J., & Dörner, H. (2013). Survival and growth of European eels stocked as glass-and farm-sourced eels in five lakes in the first years after stocking. *Ecology of Freshwater Fish*, 23, 40–48. <https://doi.org/10.1111/eff.12050>
- Simon, J., Dorner, H., Scott, R. D., Schreckenbach, K., & Knosche, R. (2013). Comparison of growth and condition of European eels stocked as glass and farm sourced eels in lakes in the first 4years after stocking. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(2), 323–330. <https://doi.org/10.1111/jai.12078>
- Støttrup, J. G., Andersen, S. K., Kokkalis, A., Christoffersen, M., Olsen, J., & Pedersen, E. M. (2017). *Registrering af fangster i danske kystområder med standardredskaber. Nøglefiskerrapport 2014-2016*.
- Thomassen, S., Pedersen, M. I., & Holdensgaard, G. (2000). Tagging the European eel *Anguilla anguilla* (L.) with coded wire tags. *Aquaculture*, 185(1–2), 57–61.
- Tsukamoto, K., Nakai, I., & Tesch, W. V. (1998). Do all freshwater eels migrate? *Nature*, 396(6712), 635–636.
- Tzeng, W. N., Wang, C. H., Wickstrom, H., & Reizenstein, M. (2000). Occurrence of the semi-catadromous European eel *Anguilla anguilla* in the Baltic Sea. *Marine Biology*, 137(1), 93–98.
- Westerberg, H., Haamer, J., & Lagenfelt, I. (1993). *A new method for sampling elvers in the Coastal zone*. ICES Statutory meeting. Gothenburg.
- Yandell, B. S. (1997). *Practical Data Analysis for Designed Experiments*. Chapman & Hall.

## 8. Bilag

### 8.1 Bilag 1: Monitering af ålefælde i Hellebækken

Siden 2011 er der foregået monitering af indvandrede ål i ålefælde opsat i Hellebækken. Hellebækken er beliggende på den nordøstlige del af Sjælland, og løber ud i den nordlige del af Øresund. Ålefælden i Hellebækken (Figur 9) er blevet benyttet som én af flere moniteringsstationer for glasålsindtrækket til danske kyster, som supplement til den øvrige glasålsmonitering. Ålefælden er blevet monitoreret to gange ugentligt i sæsonen (maj-september) af personel fra Naturstyrelsen. Moniteringen er foretaget af samme person, og er foretaget ensartet hver gang. Dog med få afvigelser (aug. 2011-juli 2012, og i de første tre uger af juli 2015 og 2016), hvor en anden person har tømt fælden.



Figur 9. Hellebækken er beliggende på den nordøstlige del af Sjælland. Her har Naturstyrelsen siden 2011 monitoreret indtrækket af juvenile ål i sæsonen.

Indsamlingen af ål forgår dels ved at tømme selve fælden (Figur 10), som er en stålkasse, hvor et rør fyldt med enkamat leder op til (Figur 11). Bassinet bagved og rundt om selve fælden, har dog vist sig også indeholde mange ål igennem årene. Ålene i bassinet bliver indfanget med håndkraft med et fintmasket net.



Figur 10. Ålefælden i det opstemmede bassin, set fra oven i øverste højre hjørne. Her ledes alle op vandrende juvenile ål ind, og de kan herefter opsamles herfra.

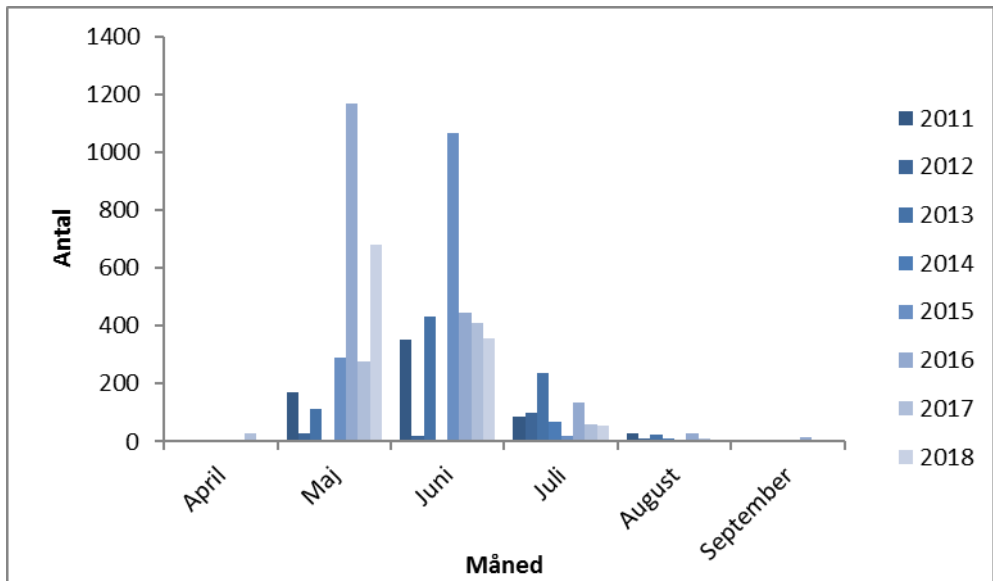


Figur 11. Nedstrøms ser ålefælden således ud. Selve Hellebækken er spærret af et stigebor. Metalrøret som ses på billedet, indeholder en kammat, som de juvenile ål kan kravle op igennem, og derved havner de inde i ålefælden.

Efter indsamlingen og tælling bliver ålene transporteret op i en mindre sø opstrøms ålefælden. Der er ofte en periode i slutningen af sommeren, august/september hvor der stort set intet vand løber igennem fælden, og den tiltrækker ikke ret mange ål i den periode.

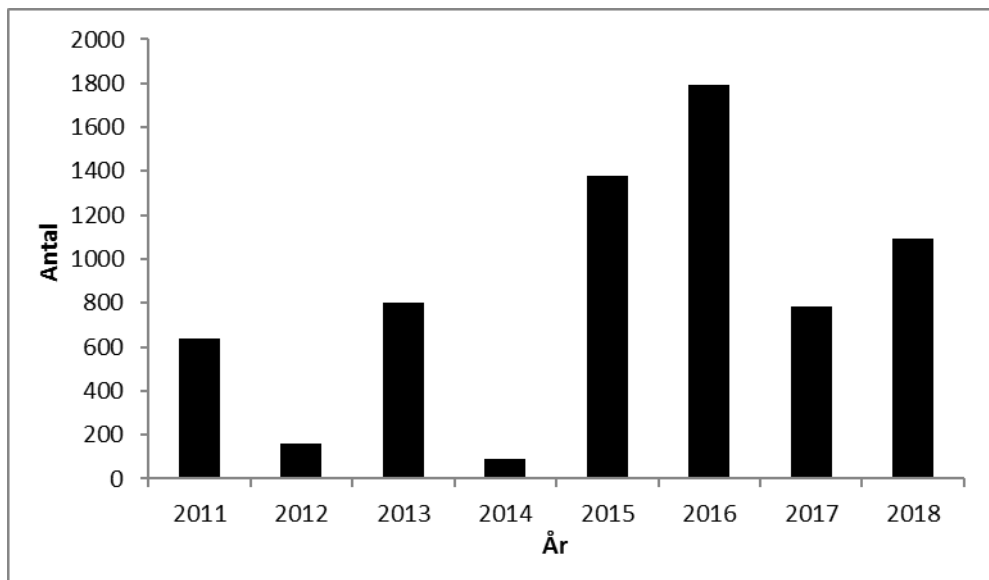
Antallet af juvenile ål i ålefælden opgjort pr måned (Figur 12). I 2017 blev der observeret ål i fælden så tidligt som i april, med 30 stk. (13 ål d. 24/4 og 17 ål d. 27/4), svarende til 0,5% af det samlede antal. Maj og juni er de måneder med ubetinget flest optrækkende juvenile ål med henholdsvis 2053 (36%) og 2726 (48%) individer. I starten af juli observeres også mange ål, med en total for hele måneden på 710 (13%) individer. August og september har henholdsvis 114 (2%) og 13 (0,2%) optrækkende individer.





Figur 12. Antallet af juvenile ål opgjort pr måned, (april-september) for perioden 2011-2018.

I figur 13 er optrækket opgjort pr år. I både 2012 og 2014 var indtrækket meget lavt, det er svært at sige hvorfor det var så lavt i 2012, men det meget lave antal individer i 2014, kan skyldes at 2014 var et ekstremt tørt år, og der kom praktisk taget ikke vand igennem Hellebækken. Dog var 2018 også et meget tørt år, men det var samtidig et år med relativt mange ål i fælden, ca. 1100 stk.



Figur 13. Antallet af juvenile ål, optalt i ålefælden opsat i Hellebækken i Nordsjælland, i perioden 2011-2018.

Årsagen til bestandens fald er ukendt men kan skyldes en række faktorer som fiskeri, tørlægning af opvækstområder, opstemninger af floder, vandkraftturbiner, forurening, parasitter samt øget prædation fra f.eks. skarv. Yderligere kan ændringer i de oceaniske havstrømme på grund af klimaforandringer have betydning for ålelarvernes overlevelse i havet.

## 8.2 Bilag 2: Skarvprædation

Fiskere i området omkring Karrebæk Fjord rapporterer om at der foregår intens skarvprædation på fisk, heriblandt ål, i fjorden. For at forsøge at belyse dette, blev der i juni 2014 PIT mærket (12 x 2.12 mm HDX, Read-only, vægt 0.1 g, Oregon RFID) 338 ål (<20 cm) af folk fra DTU Aqua. Ålene blev udsat i Karrebæk Fjord umiddelbart efter mærkning. En vurdering af denne prædation vil kunne gøres ved at undersøge nærliggende skarvkolonier for PIT mærker. Den nærmeste større skarvkoloni ligger ca. 15 km nordvest for Karrebæk Fjord, på den lille fredede ø Ormø, beliggende i Basnæs Nor.

Lidt over ét år efter udsætningen af de PIT mærkede ål, i oktober 2015, gennemsnit to mand fra DTU Aqua skarvkolonien på Ormø med PIT mærkeskannere (Figur 14).



Figur 14. Ormø blev undersøgt for PIT mærker ved hjælp af scanningsudstyr, og den grønne og den orange GSP skanningsrute viser området som blev afsøgt. Scanningen koncentrerede sig omkring selve skarvkolonien på Ormø.

Der blev genfundet i alt fem PIT mærker på øen. To af disse PIT mærker stammede fra de mærkede ål i Karrebæk Fjord i juni 2014, hvilket svarer til at 0,6 % af de 338 PIT mærkede ål blev spist af skarver, med rasteplass på Ormø.

PIT nummer	dato	lokalitet	Position UTM (WGS 84)	Person	udsæt. dato	længde	vægt	art	lokalitet
900226000514655	28-10-2015	Ormø	32 U 656495 6120311	jsm	17-06-2014	235	20	Ål	sydvestlige del af Karrebæk Fjord
900226000514661	28-10-2015	Ormø	32 U 656470 6120193	jsm	17-06-2014	235	19	Ål	sydvestlige del af Karrebæk Fjord
181567650	28-10-2015	Ormø	32 U 656345 6120280	jsm				Ørred	ørred udsat i Geels Å
176784280	28-10-2015	Ormø	32 U 656574 6120239	mc					ukendt PIT mærke
168787123	28-10-2015	Ormø	32 U 656573 6120218	mc				Ørred	ørred udsat i Geels Å

Det kan ikke udelukkes at også skarver fra andre områder fouragerer i Karrebæk, og returnerer til andre områder end Ormø. Tillige er øen yderst ufremkommelig, med meget tæt bevoksning flere steder og derfor kan det ikke udelukkes at der findes flere mærker i kolonien. Opgylpede eller udskidte mærker kan derudover være forsvundet i den mellemliggende periode, enten ædt af andre dyr eller på anden vis forsvundet. En kombination af besværlige skanne-forhold og det faktum at mange skarver fra andre områder formentlig fouragerer i Karrebæk Fjord gør det svært at estimere prædation på baggrund af disse resultater.

Det er interessant at der blev fundet PIT mærker fra to ørreder udsat i Geels Å ved Kerteminde, der ligger mindst 40 km væk.

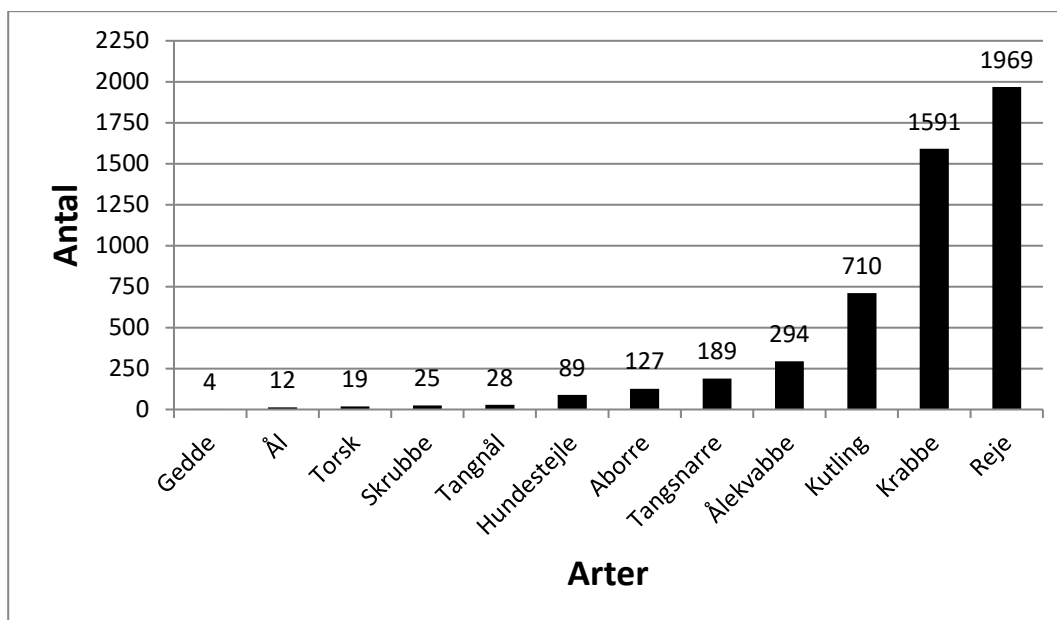
### 8.3 Bilag 3: Forsøgsfiskeri 2013

Den første intensive genfangstindsats, som også fungerede som forsøgsfiskeri efter ålens mulige fødeemner foregik i perioden 20. august-9. oktober 2013. DTU Aqua gennemførte et forsøgsfiskeri med (småmaskede) rejeruser. Rejeruserne blev benyttet frem for åluser, for at øge muligheden for at fange de forventeligt stadigt meget små udsatte mærkede ål, udsat 2011 og 2012, samt have mulighed for at få et indblik i fødeudbuddet på fjorden.

Fiskeriet forgik med i alt 14 rejeruser (7 dobbelte ruser). Ruserne blev røgtet i alt 9 gange, og fangsten blev oparbejdet på stedet, og herefter hurtigt genudsat.

I alt blev der registreret 12 arter, med i alt over 5.000 individregistreringer i perioden august 2013-oktober 2013 (Figur 15). Der blev ikke skelnet mellem de enkelte arter af kutling. I alt blev der fanget 12 ål (20-70 cm), hvoraf én af disse var CW mærket (30,5 cm), fanget d. 22/8 2013.

Forsøgsfiskeriet gav en god indikation på artdiversiteten i området. Reje, strandkrabbe og kutlinger dominerede fangsterne.



Figur 15. Der blev i alt fanget 12 forskellige arter (kutlinger blev ikke artsbestemt), med kutling som den mest talrige fiskeart i undersøgelsen.

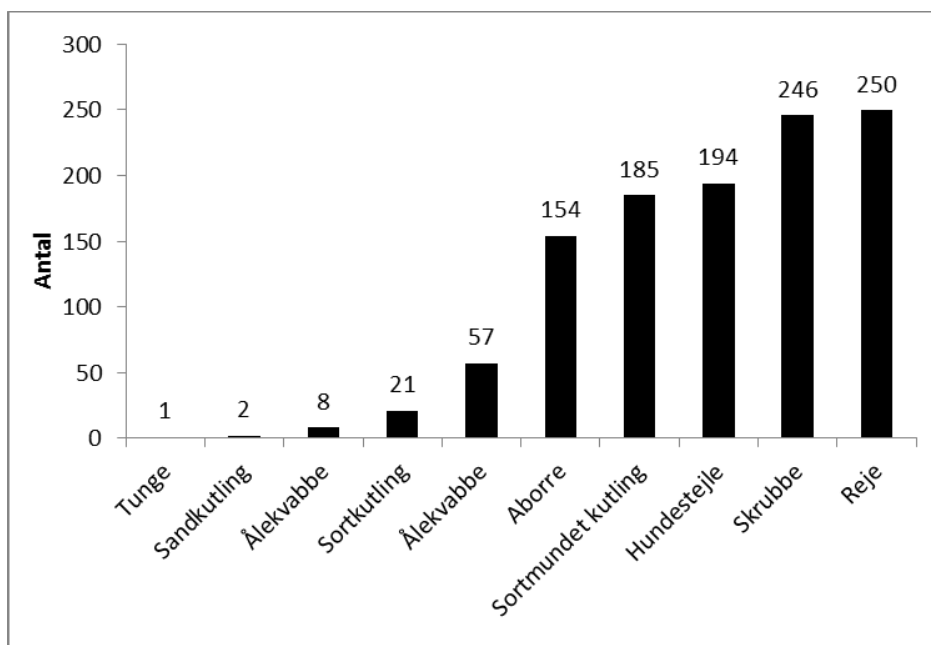
## 8.4 Bilag 4: Enclosureforsøg

I perioden 16. juni til 20. juni 2014 blev der gennemført én uges feltstudie, ledet af DTU Aqua, med deltagere fra State Research Centre for Agriculture and Fishery og Association for Fish and Environment i Tyskland. Desuden deltog én dansk og én fransk studerende i feltarbejdet.

Formålet med denne uges studie var (1) at få en demonstration af en nyudviklet monitoringsmulighed (enclosure system) efter ål i lavvandede område. Dette enclosure system fungerede på følgende måde; et område på 100 x 100 m = 1 ha blev indespærret af fintmasket garn, fra bund til havoverfladen. Der var monteret ruser i hvert hjørne. Inde i det indelukkede område blev der herefter opsat et antal ruser. For yderligere forklaring til dette redskab se (Ubl and Dorow, 2014). (2) At få en kvantitativ vurdering af fjordens fiskearter på et kendt areal (se Figur 16)

Der blev opsat i alt to 'enclosures', som derved i alt indelukkede 2 ha. Det var forventet at fiskefaunaen i disse enclosures skulle genspejle det reelle billede af fiskesamfundet i fjorden. Efter 48 timer blev redskabet røgtet, og indholdet af fangsten ses på Figur 16. Fiskesamfundet, ifølge dette fangstredskab domineres af skrubbe, hundestejle og sortmundet kutling. Der ses bort fra fangsten af rejer. Der blev registreret i alt 8 ål på de i alt to hektar som der blev fisket på, hvilket svarer til en tæthed af ål i området på 0,08 ål 100 m<sup>2</sup>. Metoden egner sig ikke til fangst af pelagiske fisk, så det må formodes at disse er klart underrepræsenteret i fangsterne.

Sortmundet kutling er en invasiv fiskeart, som første gang blev registreret i området i 2009-2010, den er på få år blevet én af de mest dominerende fiskearter i fjorden, med tætheder på omkring 50 individer 100 m<sup>2</sup> (Christoffersen *et al.*, 2019).



Figur 16. Fiskesamfundet i Karrebæk Fjord i efteråret 2014 domineredes af især skrubbe, hundestejle, sortmundet kutling og aborre.

Senere undersøgelser af metodens effektivitet har vist at kun ca. halvdelen af ål, udsat i enclosure efterfølgende bliver fanget, altså er der stor usikkerhed på vurderingen af tætheden af ål og i retning af underestimering af bestanden.

## 9. Tak til

**Fiskeplejen**, som har finansieret projektet.

**Tonny Rasmussen**, fritidsfisker, Karrebæksminde for mange frivillige timer med hjælp til udsætning af glasål og indfangning af ål til genfangstforsøg. Derudover har Tonny stået som kontakt- og koordineringsperson til DTU Aqua.

**Martin Pedersen**, fritidsfisker, Karrebæksminde for mange frivillige timer med hjælp til udsætning af glasål og indfangning af ål til genfangstforsøg.

**Arne Nielsen**, bierhvervsfisker for hjælp til opstart af fiskeriet, kontakt til øvrige fiskere samt forsøgsfiskeri i 2013.

**Bjarne Persson**, skovløber Nordsjælland, Naturstyrelsen, Miljø- og Fødevareministeriet for optælling og indrapportering af glasål indfanget i ålefælde i Hellebækken.

**Jørgen Skole og Morten Carøe**, fiskeriteknikere på DTU Aqua for hjælp med at skanne efter PIT-mærker i skarvkolonien på Ormø. Derudover tak til Jørgen for i laboratoriet at opspore CW-mærker i de mærkede ål.

**Jesper Kuhn** DTU Aqua, for hjælp til databearbejdning.

**Fiskeristyrelsen** for tak til at dispensere for fiskeriet, så denne undersøgelse blev muliggjort, og særligt Peter Hjort Larsen for hjælp med trækning af fiskeridata.

**Naturstyrelsen** for at gøre det muligt at undersøge skarvbestanden på Ormø.

**Dansk Center for Vildlaks**, Brusgård i Randers, udførte et professionelt stykke arbejde med at mærke de mange fisk.

**Det tekniske personale på DTU Aqua**, ingen nævnt ingen glemt, takkes for deres indsats i felten og i laboratoriet samt med databearbejdning.

Danmarks  
Tekniske  
Universitet

DTU Aqua  
Kemitorvet  
2800 Kgs. Lyngby

[www.aqua.dtu.dk](http://www.aqua.dtu.dk)