

ØRREDER MED HEDESLAG I ROSKILDE FJORD



- KAN FISKENE KLARE ÆNDRINGER I KLIMAET?

”Ørrederne i Roskilde Fjord er havørreder. Det betyder, at fisken klækker i ferskvand men har sin primære opvækst i saltvand.”

Maja Ajo Malmkov, bachelorstuderende på DTU
Josephine Frederikke Bidstrup Ramsløv,
bachelorstuderende på DTU

Frederik Hjort Hauge, ingeniør fra DTU Aqua 2019

Eleanor Williams,
bachelorstuderende på University of Manchester

Hugo Flávio, PhD studerende på DTU Aqua

Martin Lykke Kristensen, postdoc på DTU Aqua

Kim Aarestrup, professor på DTU Aqua

Mark Payne, seniorforsker på DTU Aqua

Jon Christian Svendsen, seniorforsker på DTU Aqua.

I sommeren 2018 nåede badevandet helt op på 25 °C. Det er dejligt for badegæster men skadeligt for mange fiskearter og kan potentielt tage livet af dem. Her undersøger vi, hvordan ørrederne i Roskilde Fjord oplevede sommeren 2018. Det viser sig, at fiskene både var pressede af meget høje vandtemperaturer i overfladevandet og af dødeligt iltsvind i bundvandet. Fiskene reagerede ved at opholde sig i det varme overfladevand, hvilket kan reducere fiskenes vækst. Fremtidige klimænderinger har potentialet til begrænse danske ørredbestande.

KATTINGE VIG I DEN SYDLIGE DEL AF ROSKILDE FJORD ER ET BESKYTTET OMRÅDE

Kattinge Vig findes i den sydlige del af Roskilde Fjord (figur 1). Kattinge Vig er i gennemsnit 6 m dyb, men rummer også et dybere hul i den centrale del, hvor vanddybden når 16 m. Hornfisk, makrel, sild og havørred forekommer i Kattinge Vig [6]. Vigen er godt afskærmet af omkransende skov og er flittigt

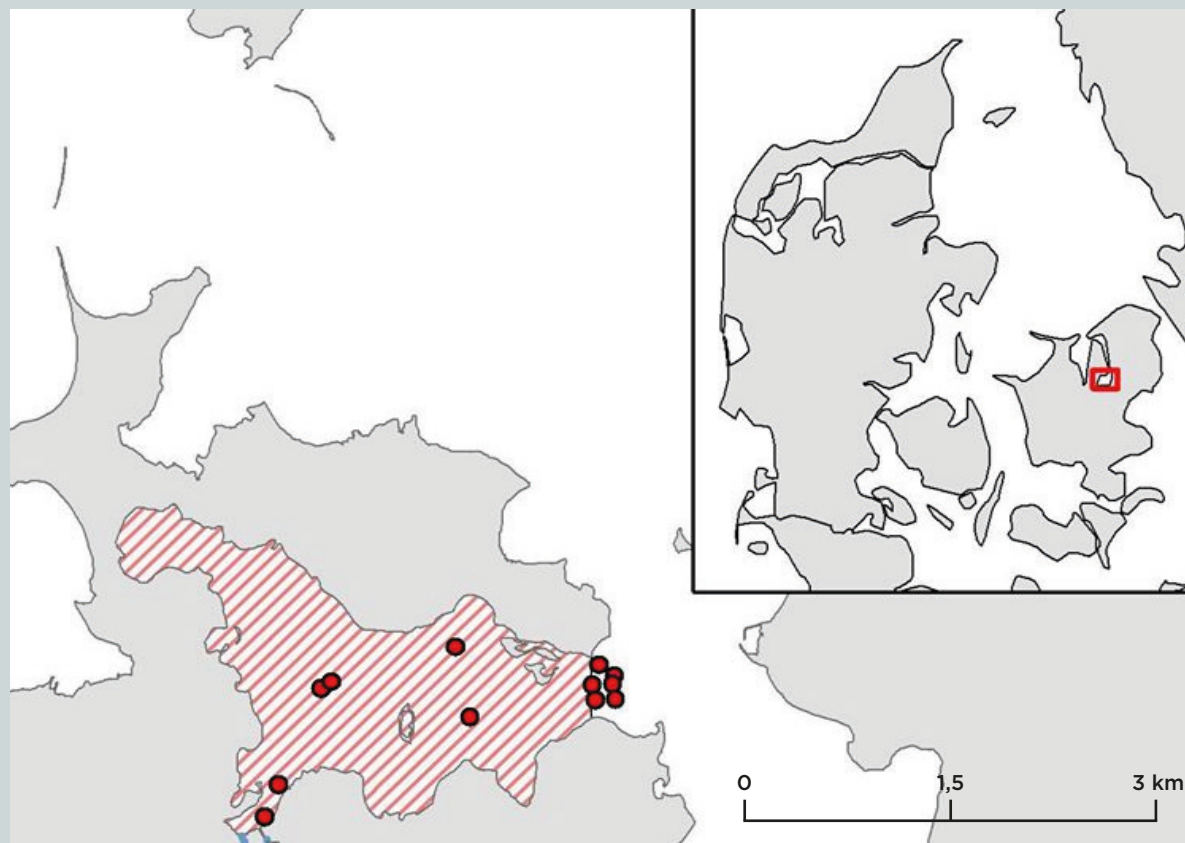
besøgt af lystfiskere. Vigen er et beskyttet område (marine protected area (MPA)), hvor fiskeri med garn og trolling er forbudt året rundt.

SAMARBEJDE MELLEM FORSKERE, LYSTFISKERE OG FRITIDSFISKERE

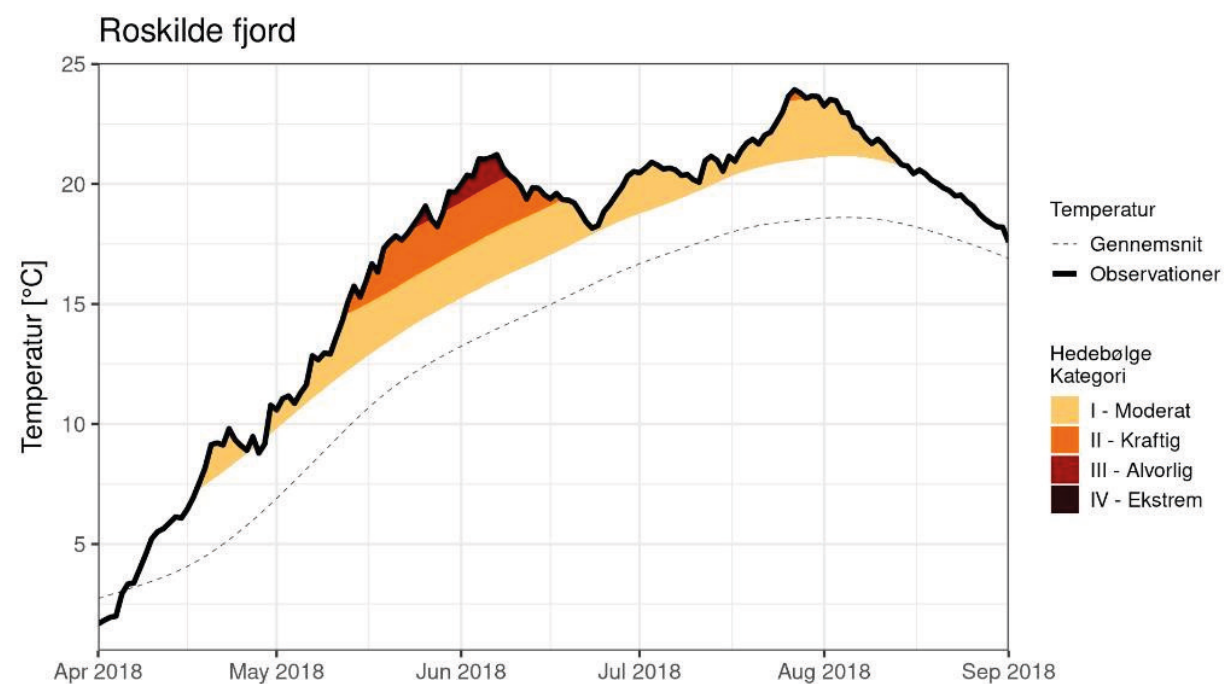
Siden 2017 har Danmarks Tekniske Universitet (DTU Aqua) i samarbejde med lystfiskere og fritidsfiskere studeret ørrederne i den sydlige del af Roskilde Fjord med særligt fokus på fiskene i Kattinge Vig. Projektets formål er at kortlægge fiskenes vandringer i fjorden og undersøge, om ørrederne blev påvirket af de høje temperaturer i sommeren 2018. Projektet udføres som et samarbejde mellem en lang række interessenter (se liste).

SAMARBEJDSPARTNERE:

- Danmarks Tekniske Universitet (DTU Aqua)
- Roskilde og Omegns Lystfiskerklub (ROLK)
- Foreningen til ophjælpning af fiskeriet i Roskilde Fjord
- Gershøj Fritidsfiskerforening
- Frederikssund Fritidsfiskerforening
- Danmarks Amatørfiskerforening (DAFF)
- Fishing Zealand



Figur 1. Kort over den sydlige del af Roskilde Fjord. I Kattinge Vig (skraveret område) er der opsat mange undervandsmikrofoner (hydrofoner), som er markeret med røde prikker. Hydrofonerne registrerer signaler fra en transmitter, der er indopereret i individuelle fisk. På den måde kortlægges ørredernes bevægelser i Kattinge Vig. Signalerne fra transmitterne rummer også information om temperaturen inde i fisken. Transmitterne afslører derfor både hvor fisken er, og hvilken kropstemperatur fisken har.



Figur 2. Figuren illustrerer overfladetemperaturen og den korresponderende hedebløgekategori i Kattinge Vig i perioden fra april til september 2018. Den stiplede linje er historiske målinger af vandtemperatur i Kattinge Vig (1985 - 2015). Den fuldt optrukne linje er vandtemperaturen i Kattinge Vig i 2018. Alle temperaturdata er opmålt via satellitdata.

Projektet er bl.a. finansieret af midler fra en række kommuner langs Roskilde Fjord, FISHING Zealand og midler fra indbetaling af det nationale fiskekort.

Som en del af projektet har DTU Aqua mærket 50 voksne ørreder fra Langvad Å. Hver ørred blev udstyret med en lille transmitter, der udsender et signal, som registreres af lytteposter (hydrofoner), der er placeret forskellige steder i Kattinge Vig (figur 1). Transmitteren afslører ikke kun fiskens position, men også temperaturen inde i fisken. Metoden giver præcise temperaturmålinger af de individuelle fisk. Ørrederes kropstemperatur svinger med vandtemperaturen, så en ørred kan få hedeslag, når vandtemperaturen nærmer sig et kritisk niveau. Ørrederes vækst påvirkes bl.a. meget af fiskens temperatur.

ØRREDER DØR, HVIS VANDET BLIVER FOR VARMT, ELLER HVIS DER OPSTÅR ILTSVIND

Ørreden er en almindelig fisk i Danmark, som lever i bække, åer, søer, fjorde og i havet. Afhængigt af levestedet benævnes den som bækørred, søørred eller havørred. Alle ørreder gyder i vandløb, hvor ynglen opholder sig de første leveår. Ørreder stiller krav til vandkvaliteten, idet de kun i begrænset omfang kan tåle iltsvind eller forurening, og ørred betragtes derfor som en god indikator for vandkvaliteten. Ørreder er bl.a. følsomme over for høje vandtemperaturer. Fisk trækker vejret i vandet ved at pumpe vand over gællerne, og ørreder har det bedst ved et iltindhold i vandet på over 70% luftmætning. Kommer iltindholdet under 30%, begynder dødeligheden at stige [5]. Fiskens eget iltforbrug stiger med en faktor 2-3, hver gang temperaturen stiger 10°C [7].

Fisk er vekselvarme, hvilket betyder, at deres kropstemperatur tilpasser sig det miljø, de opholder sig i. Laboratorieeksperimenter på små ørreder har påvist en høj dødelighed ved vandtemperaturer på 26 °C eller derover

[1]. Større ørreder kan ofte klare lidt højere temperaturer, hvilket er en fordel i forhold til stigende temperaturer [2]. Undersøgelser har vist, at en temperatur på omkring 16 °C giver de bedste vækstbetingelser [5].

HAVØRRED I ROSKILDE FJORD

Ørrederne i Roskilde Fjord er havørreder. Det betyder, at fisken klækker i ferskvand men har sin primære opvækst i saltvand. Skiftet fra ferskvand til saltvand er fysiologisk krævende, og ørreden er en af de få danske fiskearter, der kan leve både i vandløb og hav.

Om vinteren er det især saliniteten, der spiller en rolle for havørreden, hvorimod det om sommeren er temperaturen. Det er påvist, at havørreder favoriserer områder med varmere

vand, når gennemsnits-temperaturen i farvandet er under 12 °C, og koldere vand når gennemsnitstemperaturen er over 16 °C [3]. Havørreder forsøger aktivt at undgå temperaturer over 18 °C eksempelvis ved at søge ned på dybere vand, hvor vandtemperaturen ofte er lavere. Historisk set har sommertemperaturen i Roskilde Fjord ligget tæt på den optimale temperatur for vækst hos ørreder (omkring 16 °C) [8].

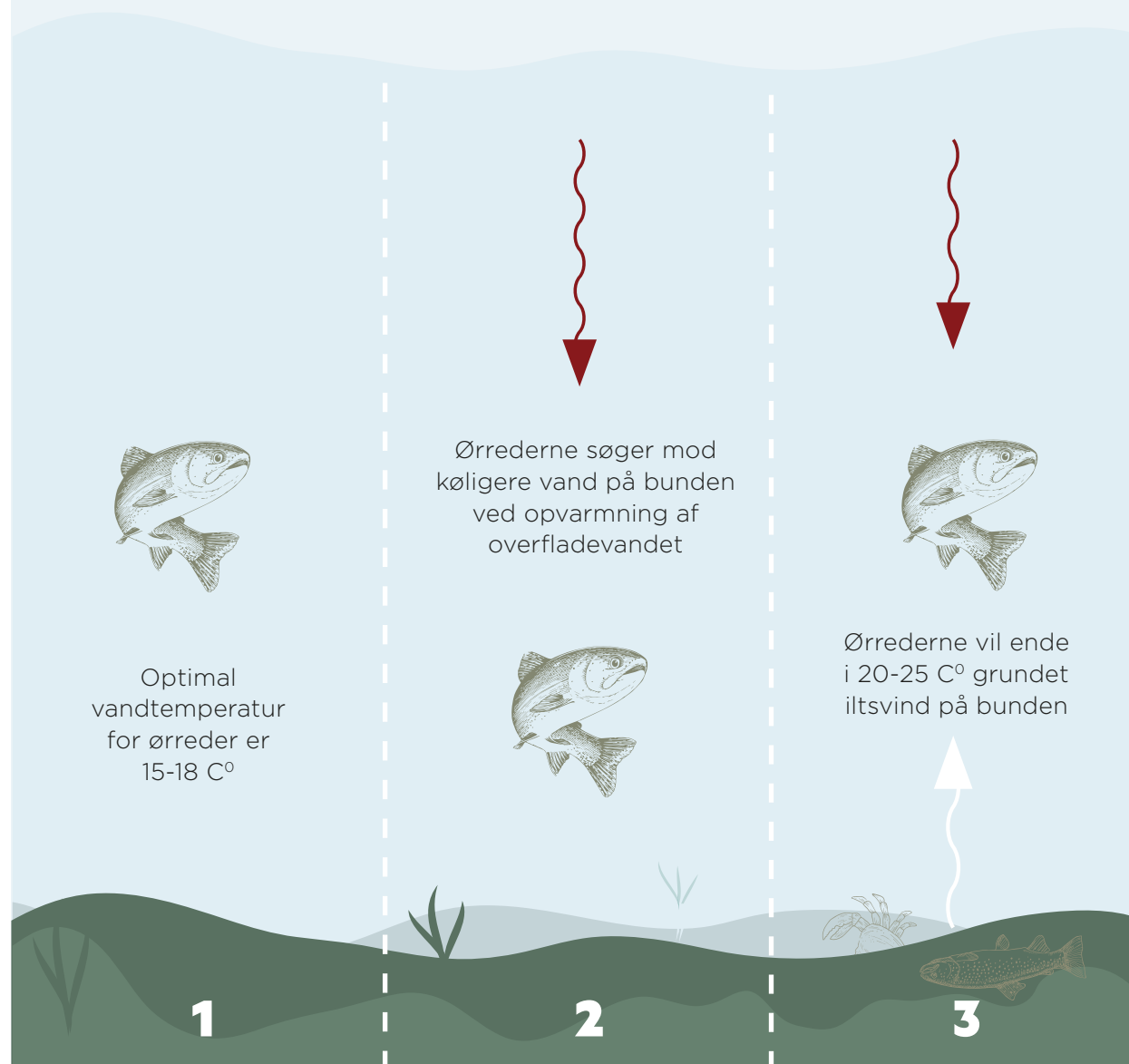
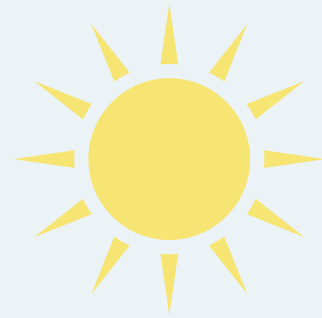
”
Nærværende undersøgelse viser, at fiskene oftest vælger det varme overfladevand, fordi det ikke er direkte dødeligt som iltsvind, men det varme vand hæmmer fiskenes vækst”

MARINE HEDEBØLGER KAN GØRE VANDET FOR VARMT FOR ØRREDER

I forbindelse med klimaændringer er der øget risiko for marine hedebløgger. Marine hedebløgger kategoriseres på baggrund af ændringer i vandtemperaturen, der rangeres fra 1-4, hvor 4 er en ekstremt kraftig hedebløge. Skalaen er tilpasset efter, hvor stor temperaturstigningen er i forhold til historiske temperaturmålinger. Kategori 1 repræsenterer en lille temperaturstigning, og kategori 4 repræsenterer en meget stor temperaturstigning i forhold til de historiske temperaturmålinger.

I perioden fra april til september 2018 blev

” Populært sagt ender fisken med at skulle vælge mellem pest eller kolera”



”

I løbet af de sidste 30 år er antallet af årlige hedebløgedage i Roskilde Fjord steget med næsten en måned per årti

der i Kattinge Vig målt hedebløger med forskellige kategorier – specielt omkring maj og juni (figur 2). De absolut højeste vandtemperaturer blev observeret i juli-august.

FANGET I DET VARME VAND

I sommerperioden er danske havområder ofte lagdelte gennem vandsøjlen. Det betyder, at vandet varmes op fra havoverfladen og ned gennem vandsøjlen, således at det koldeste vand findes ved havbunden. I løbet af en marin hedebløge om sommeren kan opvarmningen af overfladevandet betyde, at vandet bliver for varmt for ørreder, der derfor opsøger det koldere vand ved havbunden. Lagdelingen af vandsøjlen kan dog virke begrænsende for vandudskiftning mellem det iltrige overfladevand og iltfattigt bundvand. Iltsvind i bundvandet opstår, når store algemængder henfalder ved bunden under forrådnelse. Kombinationen af mange alger og temperaturstigninger accelererer iltsvindsprocessen.

Under normale omstændigheder kan en ørred opsøge lavere temperaturer i bundvandet, men fisken bliver presset, hvis der både er for høje temperaturer i overfladevandet og for lavt iltindhold (iltsvind) i bundvandet. Populært sagt ender fisken med at skulle vælge mellem pest eller kolera. Nærværende undersøgelse viser, at fiskene oftest vælger det varme overfladevand, fordi det ikke er direkte dødeligt som kraftigt iltsvind, men det varme vand hæmmer fiskenes vækst (figur 3) [3].

ØRREDER MED HEDESLAG I KATTINGE VIG

Scenariet i figur 3 (position 3) er netop det, vi har påvist i Kattinge Vig. Ved at mærke ørrederne i Langvad Å med temperaturfølsomme transmittere blev det muligt at danne et billede af ørredernes bevægelser i Kattinge Vig. Som vist i figur 3 (position 3) opstod der iltsvind i bundvandet samtidig med, at overfladevandet blev varmet kraftigt op. Iltsvindet i bundvandet pressede ørrederne op i overfladevandet, hvor temperaturen kan reducere ørredernes vækst.

Resultaterne (figur 4) viser, at fiskenes temperatur er 20-24 °C fra slutning af juni til midten af august. Fiskene opsøgte øjensynlig ikke det koldere bundvand 8-14 m under overfladen, fordi der var meget lidt ilt i vandet på disse vanddybder. I tre uger var der intet ilt 2 meter over bunden i juli, og iltindholdet faldt ligeledes til under 40% midt i august. Der var derimod rigeligt med ilt i overfladevandet, men temperaturen i overfladevandet nåede op over 25 °C, hvilket kan være dødeligt for ørreder. Ved bunden var vandtemperaturen 17-20 °C, hvilket er mere passende temperaturer for ørreder, men der var ingen ilt ved bunden i ugevis, så ørrederne kunne ikke udnytte de lavere temperaturer ved bunden. Ørrederne havde valget mellem at "holde vejret" i bundvandet eller at få hedeslag i vandoverfladen. Resultaterne tyder på, at ørrederne foretrak det varme overfladevand frem for det iltfattige vand ved bunden. I overfladevandet var der trods alt tilstrækkeligt med ilt.

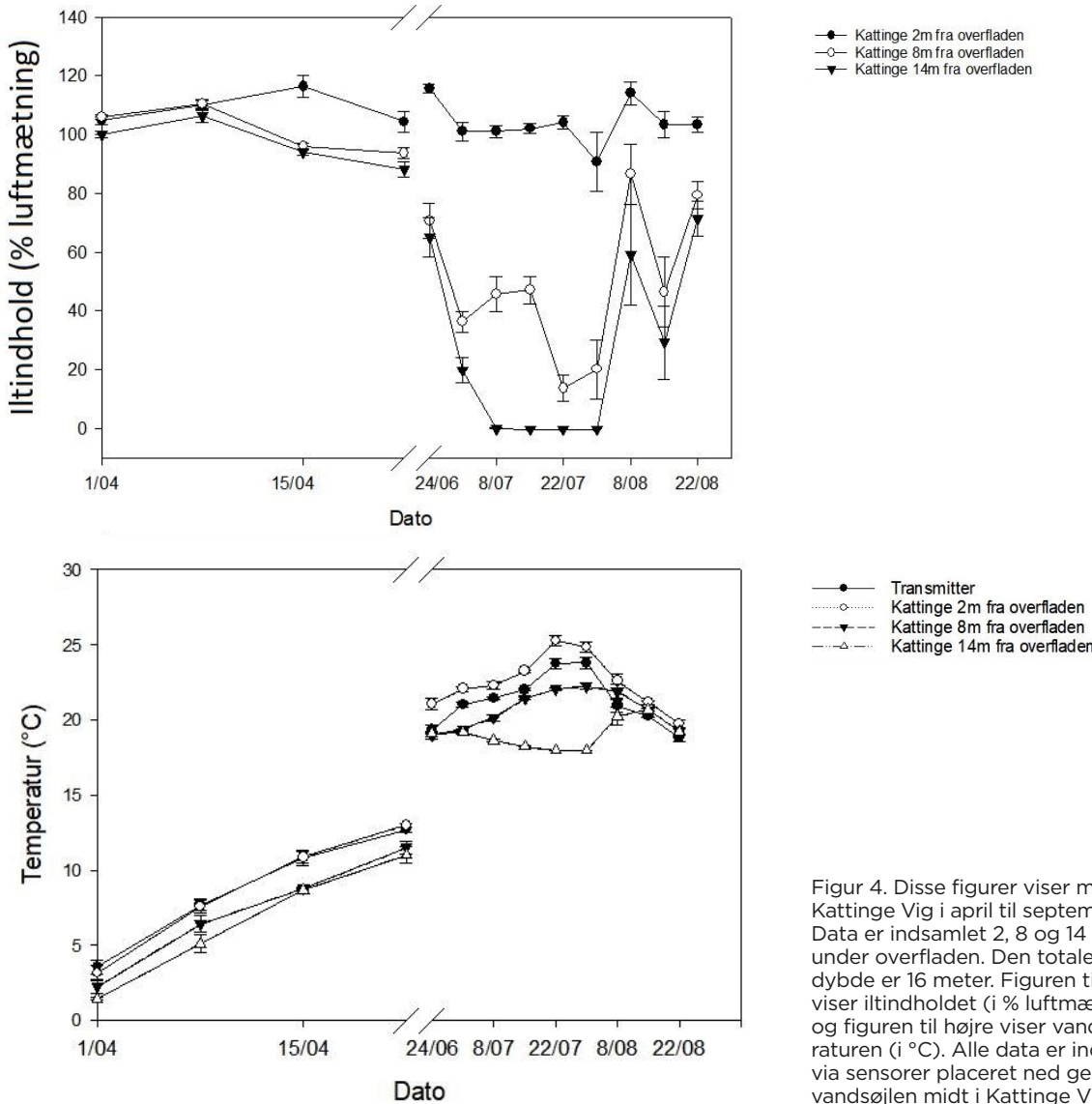
← Figur 3. Denne figur illustrerer ørredens position i vandsøjlen, når overfladevandet opvarmes (røde pile) og iltsvind opstår ved bunden (hvide pile). Det mest normale for ørreden er position 1. Når overfladevandet opvarmes, kan ørreden opsøge koldere vand ved bunden (position 2). Hvis overfladevandet opvarmes samtidig med, at der opstår iltsvind ved bunden, bliver ørreden presset, fordi der ikke er et velegnet levested til fisken. Når der er iltsvind ved bunden (hvide pile) og for varmt overfladevand (røde pile) opsøger fisken oftest overfladevandet (position 3), fordi det sjældent er direkte dødeligt. Laboratorieundersøgelser har vist, at temperaturer over 20°C kan reducere fiskens vækst.

” I sidste ende kan klima-ændringer have negative effekter på ørredbestandene i danske farvande”

HVORDAN KLARER ØRREDERNE FREMTIDIGE KLIMAÆNDRINGER?

Som en konsekvens af kommende klimaændringer er der øget risiko for marine hedeølger i Danmark. I løbet af de sidste 30 år er antallet af årlige hedeølgedage i Roskilde Fjord steget med næsten en måned per årti, og tendensen forventes at fortsætte. Som illustreret her med eksemplet fra sommeren 2018 kan marine hedeølger betyde, at ørreder ender i et miljø, der ikke er optimalt for

deres vækst og overlevelse. Samlet set kan hedeølger og iltsvind betyde, at fiskenes vækst nedsættes, at de søger andre steder hen, eller at de dør af de forringede forhold. Dette kan desværre blive en realitet, hvis fremtidige temperaturscenarier overgår forholdene i Kattinge Vig i sommeren 2018. I sidste ende kan klimaændringer have negative effekter på ørredbestandene i danske farvande.



Figur 4. Disse figurer viser målinger i Kattinge Vig i april til september 2018. Data er indsamlet 2, 8 og 14 meter under overfladen. Den totale vanddybde er 16 meter. Figuren til venstre viser iltindholdet (i % luftmætning), og figuren til højre viser vandtemperaturen (i °C). Alle data er indsamlet via sensorer placeret ned gennem vandsøjlen midt i Kattinge Vig.

REFERENCER

[1] Elliott, J. M., & Elliott, J. A. (2010). Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology*, 77(8), 1793–1817. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02762.x>

[2] Fondriest Environmental. Inc. Dissolved Oxygen - Environmental Measurement Systems. 2013. <https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen/>

[3] Kristensen, ML, Righton, D, del Villar-Guerra, D, Baktoft, H & Aarestrup, K (2018) Temperature and depth preferences of adult sea trout *Salmo trutta* during the marine migration phase. *Marine Ecology Progress Series*, 599, 209-224.

[4] Kristensen, M. L., Birnie-Gauvin, K., & Aarestrup, K. (2019). Behaviour of veteran sea trout *Salmo trutta* in a dangerous fjord system. *Marine Ecology Progress Series*, 616, 141-153.

[5] Elliott, J. M. (2000). Pools as refugia for brown trout during two summer droughts: Trout responses to thermal and oxygen stress. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 938–948.

[6] Visitroskilde. (2019). Lystfiskeri i Roskilde. Sidst set på September 13, 2019, from <https://www.visitroskilde.dk/denmark/fiskeri-i-roskilde>

[7] Iltforsyning | Gyldendal - Den Store Danske. (n.d.). Retrieved September 17, 2019, from http://denstoredanske.dk/Naturen_i_Danmark/Havet/Havets_store_dyr/Fiskene_i_de_danske_farvande/Tilpasninger/Iltforsyning

[8] Rasmussen, E. (1973). Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). *Ophelia*, 11(1), 1–507. <https://doi.org/10.1080/00785326.1973.10430115>