

Torskeoppdrett i nedsenkede merder?

På grunn av torskens forkjærlighet for lavere sommertemperaturer og høyere vintertemperaturer enn det man ofte finner i de øverste lagene i vannsøylen, har både kommersielle aktører og forskere forsøkt med oppdrett av torsk i dype eller nedsenkede nøter. En av utfordringene med dette konseptet er at torskefisk har lukket svømmeblære som skaper problemer ved store og raske trykkendringer. Basert på undersøkelser av torskens egen toleransegrense for trykkreduksjon, har vi forsøkt å etablere prosedyrer for sikker heving og senking av oppdrettstorsk i lukkete, nedsenkbare merder.

Av Øyvind J. Korsøen¹⁾, Jan Erik Fosseidengen¹⁾, Tim Dempster²⁾ og Tore S. Kristiansen¹⁾.

¹⁾Havforskningsinstituttet, ²⁾Sintef Fiskeri og Havbruk
oyvindk@imr.no

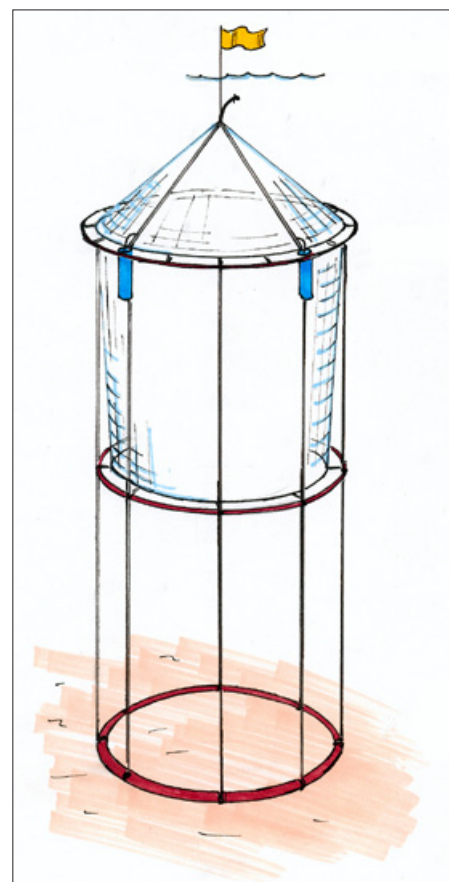
Torsken er en art som vokser og trives best mellom 8 og 15 grader, og både lavere og høyere temperaturer reduserer veksten. Ved stigende temperaturer over 16 grader øker også risikoen for sykdom og dødelighet. I Sør-Norge er det nettopp lave vintertemperaturer og høye sommertemperaturer i de øverste meterne av vannsøylen som er normalen. Dype -eller nedsenkede nøter er forsøkt i torskeoppdrett både av kommersielle aktører og forskere. Det følger imidlertid en del utfordringer med dette konseptet; et av dem er at torskefisk har lukket svømmeblære som skaper problemer ved store og raske trykkendringer. Ved redusert trykk utvider blæra seg og oppdriften øker, og i verste fall mister fisken kontrollen og ender opp i overflaten med buken i været og vil dø hvis den ikke blir senket ned på større dyp. Basert på undersøkelser av torskens egen toleransegrense for trykkreduksjon, har vi forsøkt å etablere prosedyrer for

sikker heving og senking av oppdrettstorsk i lukkete, nedsenkbare merder.

Forsøk i nedsenkbar merd

Siden torsk ikke rekker å kvitte seg med gassen ved rask trykkreduksjon, er opplining av torskeomerder forbundet med stor risiko. Tidligere forsøk har vist at fritt svømmende torsk sjelden går så høyt at de «blir for lett» (får positiv oppdrift), og selv sulten fisk svømmer maksimalt opp til ca. 40 prosent trykkreduksjon, relativt til trykket på dypet den er i likevekt, før de snur.

Ved Havforskningsinstituttet har vi gjort et eksperiment for å undersøke om 40 prosent trykkreduksjon er en sikker grense for hvor langt opp en torsk kan heves i ett løft uten at fisken mister kontrollen. I tillegg ble det målt hvor lang tid det tok før torsken hadde sluppet ut overskuddsgassen og var i likevekt



Figur 1 – Prinsippskisse for nedsenkbar merd (Mats Heide, Sintef Fiskeri og Havbruk).

igjen, og eventuelt når neste løft kunne utføres. Det ble også sett på om startdyp og temperatur hadde innvirkning på utslippshastigheten av gass fra svømmeblæren. Forsøket ble gjennomført over to perioder; september 2008 og mars 2009 da det var henholdsvis 16 grader og fem grader i sjøen. For å holde torsken

A Member of The Linde Group

AGA

AGA - ideas become solutions.

G-TECTA™ gassdetektorer.

Sikrer full beskyttelse.

G-TECTA™ gassdetektorer er sertifisert ifølge internasjonale standarder og passer for bruk i både potensielt eksplosive miljøer, og i sikre miljøer innen alle bransjer der gass forekommer. Utformingen sørger for enkel bruk og har et tydelig display og enknappshåndtering for regelmessig test og kalibrering av brukerne selv.

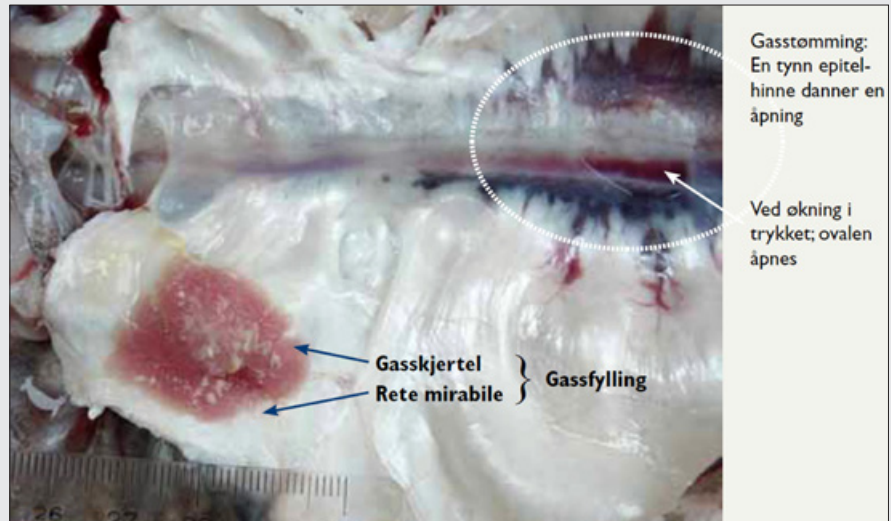
G-TECTA™ gassdetektorer i kombinasjon med test- og kalibreringsgasser fra AGA sikrer full beskyttelse.

AGA – ideas become solutions.

www.aga.no

Torskens svømmeblære

Torsk med tom svømmeblære er ca. fem prosent tyngre enn sjøvann og vil synke dersom den slutter å svømme. Fisk med lukket svømmeblære fyller og tømmer blæren via blodbanen. På innsiden av svømmeblæren ligger en gasskjertel (figur 2), der det ved hjelp av et finurlig motstrømssystem (*rete mirabile*) og justering av pH i blodet, skilles ut gass fra blodet (hos torsk hovedsakelig oksygen) til svømmeblæren. Torsk kan fylle blæren på dyp ned til rundt 500 m noe som gir et trykk på over 51 atmosfærer (ATM) i blæra (trykket øker med 1 ATM per 10 m dyp). Gassfyllingen er en langsom prosess, og tar fra timer til dager, og det tar lengre tid dess kaldere sjøen er, og jo dypere fisken står. Svømmeblæren blir tømt når en muskelstyrt «ventil» i svømmeblærevæggen åpnes (ovalen). Da kan gassen trenge inn i et nettverk av tynne blodkar, og deretter skilles ut over gjellene. Også dette tar noen timer, men er mye raskere enn fylling, og mer uavhengig av dyp og temperatur. Ved rask trykkreduksjon rundt fisken vil svømmeblæren utvide seg. Blir trykkreduksjonen over ca. 60 prosent, kan svømmeblæren «sprenges»,



Figur 2 – Innsiden av svømmeblære til torsk. Foto: Jan Erik Fosseidhagen.

dvs. det går hull på blæren under ryggraden og gassen lekker ut i bukhulen. Er trykkforskjellen stor nok, sprekker bukhinnen like ved gattet, og torskene kan kvitte seg med gassen i

buken. Torsk overlever dette, mens andre arter som lange og brosme ikke har denne «sikkerhetsventilen», og den oppblåste svømmeblæren presser innvollene ut fiskegapet.

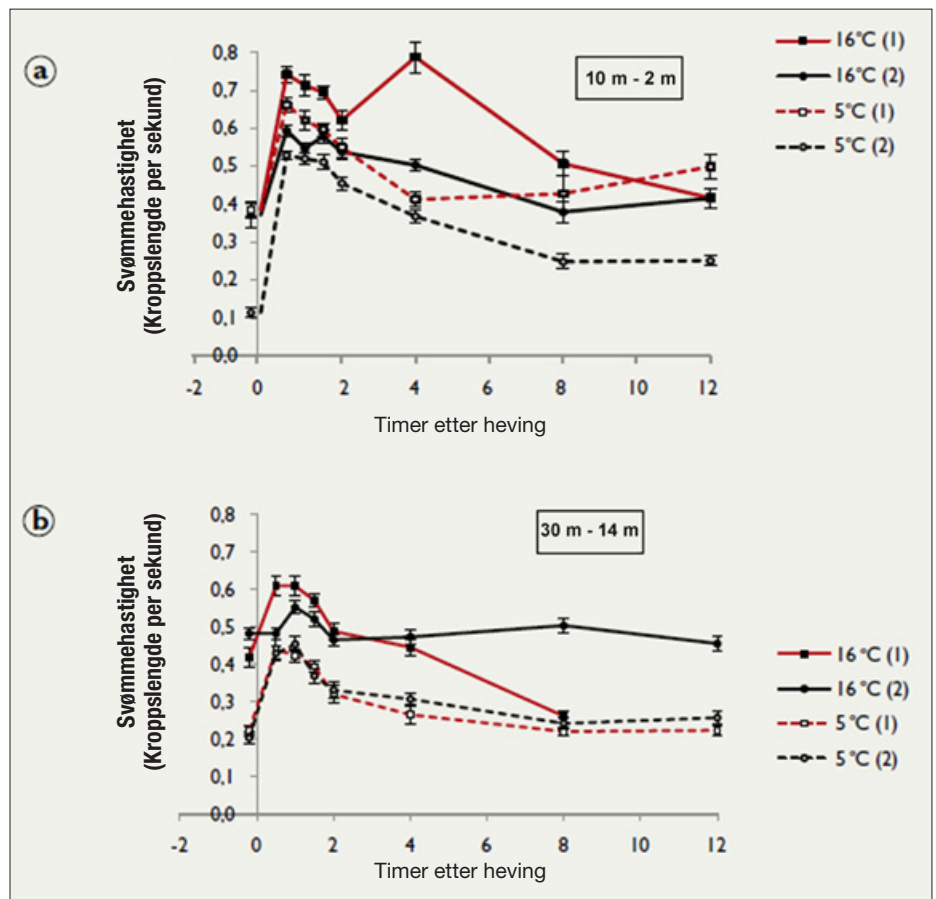
innenfor en bestemt trykkgradient, brukte vi en lukket nedsenkbar merd på 5x5x2,5 meter med 100 torsk med snittvekt 1,1 kg (i september) og 1,7 kg (i mars). Merden ble hevet til 40 prosent trykkreduksjon fra fem ulike dyp (8–0, 10–2, 14–4, 20–8 og 30–14 m) med en hastighet på ca. tre m/min. I hver periode ble forsøket repetert en gang med 100 nye fisk. Atferd ble filmet med undervannskamera der svømmehastighet, haleslag, tiltvinkel og appetitt ble registrert ti minutter før hver trykkforandring, og deretter i intervaller etter heving og senking. For å få et inntrykk av hvor stresset fisken ble av denne prosedyren, testet vi hvor lang tid det tok etter heving før fisken hadde en god respons på føring.

Resultat

Heving

Ved hevingene tilsvarende 40 prosent trykkreduksjon ble torskene tydelig «for lett», og viste dette ved å svømme 1,5–4 ganger raskere med kraftige haleslag og kroppen vendt 4–22° nedover. Likevel hadde den ingen problemer

Figur 3. Svømmehastighet for torsk i en merd som er løftet fra 10 til 2 meter (a) og 30 til 14 meter (b), begge tilsvarende 40 prosent trykkreduksjon. Målinger er tatt fra ti minutter før og sju ganger etter heving. Heltrukket linje representerer to gjentak på 16 grader, og stiplet linje to gjentak på 5 grader.



med å beholde kontrollen, og ingen fisk fløt opp i nottaket. Maksimal svømmehastighet ble målt etter 30 minutter. Hastigheten var opptil 0,8 kroppslengder/sekund (figur 3a), hvilket er opp mot maksimum varig svømmehastighet for oppdrettstorsk. Løft fra 10 til 2 m ga litt høyere svømmehastighet enn løft fra 30 til 14 m (figur 3b). Årsaken til dette kan være både at mottrykket i vannoverflaten blir mindre og at fisken trolig blir mer stresset av å komme nær overflaten. Svømmehastighet og tiltvinkel sank gradvis etter hvert som torskene fikk skilt ut gassen fra svømmeblæren, og svømmeatferden var tilbake til utgangspunktet omtrent åtte timer etter at hevingen startet.

Senking

Senking av merdene tilsvarende 100–300 prosent trykkøkning medførte at torskene etter en kort stund svømte rolig med hodet opp og halen ned for å unngå å synke ned på bunnen. Etter hvert la den seg til hvile på notbunnen. Senking fra overflaten til 10 m dyp krevde 18–35 timers «restitusjonsperiode» (tid til å fylle svømmeblæra avhengig av sjøtempera-

tur), mens senking til 30 m dyp krevde rundt 42–90 timer før svømmeatferden var tilbake til utgangspunktet. Stor biomasse og tetthet av torsk kan ved rask senking av nedsenkbare merder føre til mye stress for fisken ved at ikke alle får plass på bunnen og fisken må svømme kontinuerlig oppover for å unngå å synke. Ved tette lag av fisk ved bunnen er det også en viss risiko for oksygenmangel.

Konklusjon

- Vi konkluderer med dette at heving av oppdrettstorsk tilsvarende 40 prosent trykkreduksjon er forsvarlig. Neste heveoperasjon bør ikke utføres før etter ca. ti timer for å være sikker på at torskene har kommet i likevekt igjen.
- Ved design av nedsenkbare notposer til torskefisk bør det tas hensyn til torskens behov for å hvile på flat notbunn eller lignende etter senking av nota. Alternativt bør nota senkes så sakte at torskene rekker å fylle svømmeblæra for å opprettholde nøytral oppdrift.
- Fisken i vårt forsøk var frisk og rask, og

temperaturen var tilnærmet konstant fra overflaten til 30 m. Helsestatus og skiftende vannmiljø kan derimot påvirke torskens atferd og kapasitet til å takle utfordringene i en heveoperasjon, og bør undersøkes nærmere.

For flere detaljer:

Kristiansen, T.S. Stien, L.H., Fosseidengen, J.E., Strand, E. and Juell, J.-E., 2010. *Voluntary responses and limits of tolerance to pressure reduction and swimbladder expansion in farmed Atlantic cod*. *Aquacult. Int.*, DOI 10.1007/s10499-010-9377-9.

Korsøen, Ø.J., Dempster, Fosseidengen, J.E., Fernö, A., Heegaard, E. and Kristiansen, T.S. *Behavioural responses to pressure changes in cultured Atlantic cod (Gadus morhua): Defining practical limits for submerging and lifting sea-cages*. *Aquaculture* 308 (2010), 106-115.

Prosjektet har vært finansiert av Senter for forskningsdrevet innovasjon: CREATE – Centre for Research Based Innovation in Aquaculture Technology (www.sintef.no/create).

Frydenbø Sabb Motor