

# Kan vi sikre nedsenket laks nøytral oppdrift?

Nedsenket laks trenger tilgang til luft for å opprettholde nøytral oppdrift. 15 store laks i en liten forsøksmerd klarte å utnytte en kunstig luftlomme, men med tusenvis av laks i én produksjonsmerd er samme teknikk utfordrende for både fisk og konstruktør.

ØYVIND J. KORSØEN | oyvind@imr.no, JAN ERIK FOSSEIDENGEN, TORE S. KRISTIANSEN, FRODE OPPEDEL og TIM DEMPSTER<sup>1</sup>  
I. Universitetet i Melbourne

Ideen med nedsenkede anlegg er å kunne ta i bruk mer eksponerte lokaliteter og unngå ugunstige overflateforhold. Etter flere forsøk med laks i nedsenkede merder med not-taket på 3–10 meters dyp i perioder mellom tre og seks uker, har dette vist seg å være problematisk på grunn av laksens svømmeblæreanatomi – laks må ha tilgang til luft for å fylle svømmeblæren for ikke å bli for tung i vannet og synke. Det å synke kan den i kortere perioder kompensere for ved å svømme litt raskere og i tettere stimformasjoner, men over lengre tid fører det til tiltet svømming om natten, lavere

vekst, økt förfaktor og tydelige tegn på redusert velferd med snuteskader, finneslitasje og ryggradskompresjoner.

I en liten, nedsenket forsøksmerd (5×5×7 m) observerte vi imidlertid at 15 laks lærte å snappe luft fra en luftkuppel og dermed opprettholde likevekten. For å undersøke hvordan en stor stim med laks ville utnytte en slik ”kunstig overflate”, prøvde vi to måter å tilby luft for svømmeblærefylling i merder med ca. 5000 laks; 1) den samme luftkuppelen og 2) luftbobler fra en luftslange.

## Materiale og metode

### Oppsett med luftkuppel

Forsøket ble utført ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Matre fra 15. mars til 6. mai 2012. Fire produksjonsmerder (ca. 2000 m<sup>3</sup>) ble brukt, der to overflatemerder hadde ca. 14 meter dype nøter, mens de nedsenkbare nøtene var 24 meter, med et tak innsydd på 10 meters dyp (figur 1). Oppunder taket, og i sentrum av merden, ble det festet en 1 m × 1 m × 0,3 m kuppel (ca. 120 liter luft), tilknyttet en luftslange fra en standard luftkompressor. Fisken ble holdt nedsenket i 49 dager, og atferd ble observert før, under og etter forsøket.

### Bobling av luft

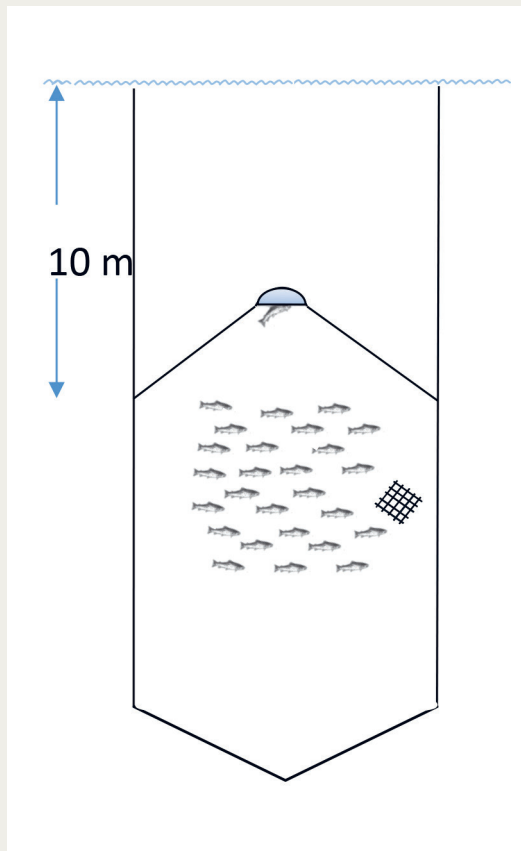
Etter hovedforsøket ble én av forsøksmerdene senket ned igjen, med en perforert luftslange liggende i bunnen av nota. Den slapp ut luftbobler som laksen kunne etterfylle svømmeblæra med. For at fisken skulle få negativ oppdrift og større trang til å fylle svømmeblæren, holdt vi den nede i fire dager uten tilførsel av luft, deretter ga vi luft i sju dager fra kl 15.00–22.00.

### Fôr og føring

Fisken fikk ett måltid per dag, fem dager per uke via en fleksibel slange tilknyttet en vannbeholder som ble fylt fra et luftfôringsanlegg. Utføringspunktet lå 30 cm under taket og ca. 1 m fra luftkuppelen. For å oppnå tilnærmet samme spredning av føret i kontrollmerdene ble luftfôringslangene plassert like over vannflaten. For å sikre at fisken kunne ta ut fullt vekstpotensial, fikk den tildelt ca. 10 % ekstra fôr ut fra tabellverdier, observasjon av appetitt i undervannskamera og fôrøpsamler.

### Forsøksfisk

Ca. 19 500 laks av Aquagen-stamme ble fordelt mellom forsøksmerdene. Før oppstart og etter avslutning ble 100



Figur 1. Prinsippkisse av nedsenket laks med liten luftkuppel.

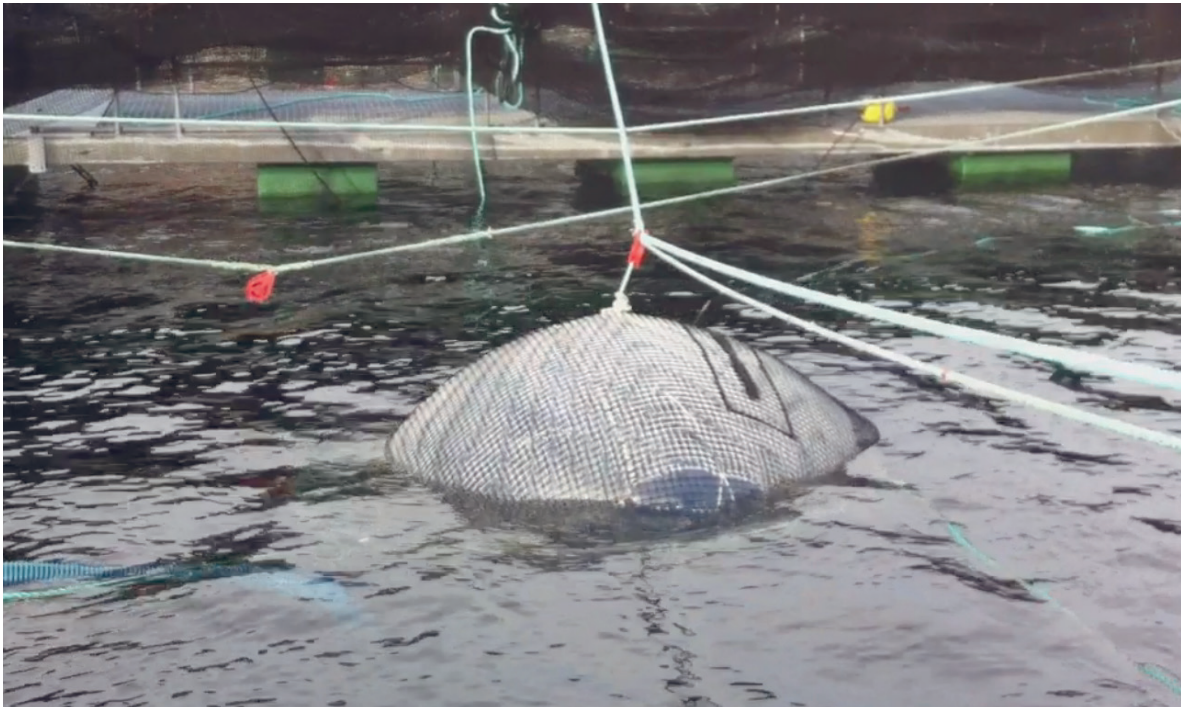


Foto: Øyvind Korsen

**Luftkuppel i overflate.**

fisk tilfeldig valgt ut, og individuell vekt, lengde og grad av snuteslitasje ble registrert.

**Observasjon av atferd**

Svømmehastighet ble målt ved hjelp av undervannskamera på bestemte dager før, under og etter forsøket. Stimstruktur, antall fisk som gikk opp i kuppelen og appetittrespons kunne også bedømmes med disse kameraene. Etter 49 dagers nedsenking ble antall hopp og rull i overflaten registrert ved heving av merdene til overflaten. Dette indikerte hvor sterkt behov laksen hadde for å etterfylle svømmeblæren i tillegg til å indikere i hvilken grad luftkuppelen hadde blitt benyttet. Ekkolodd under hver enkelt merd registrerte stimens vertikale plassering i merden og ga et mål på endringer i svømmeblærens volum.

**Resultat**

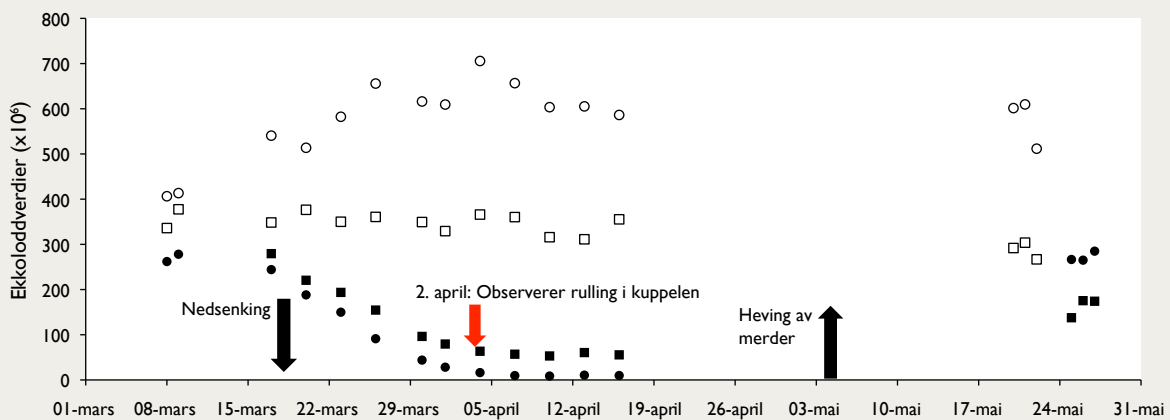
**Svømmehastighet, stiming og mengde luft i svømmeblære**

Laksen svømte markert raskere allerede etter én dags nedsenking i NS3-merden. De neste dagene var svøm-

mehastigheten i begge de nedsenkede merdene omtrent 1,6 ganger raskere enn i kontrollmerden. De nedsenkede fiskene holdt seg samlet i stim og viste liten interesse for luftkuppelen. Etter ca. fire uker så vi flere fisk (i NS3-merden) som snappet luft fra kuppelen (figur 2). Disse utgjorde etter hvert en uryddig samling fisk (200–300 stk) som tydelig var blitt nøytrale fra luft i kuppelen. Dette gjorde utslag på ekkosignalene som sluttet å synke, og bekreftet at en del fisk hadde etterfylt luft fra kuppelen. Fisk i NS4-merden hadde ikke denne atferden, ekkosignalene forsvant helt, hvilket betyr at de gikk tom for luft i svømmeblæren.

**Appetitt, vekst, snuteslitasje og dødelighet**

Appetitten gikk tydelig ned i de to gruppene som var nedsenket; de hadde lavere respons på føret og sluttet å spise mye tidligere på dagen enn kontrollfiskene. Stimens form endret seg etter hvert fra å være smultringaktig til å bli en smal og høy sylinder. Nedsenking ga lavere tilvekst, men fisken i merd NS3 vokste nesten like godt som fisken i kontrollmerdene. Snuteslitasje ble funnet hos de fleste ned-



**Figur 2.** Ekkoloddverdier for laks før, under og etter den sju uker lange nedsenkingsperioden. ○ og □ er gjennomsnitt for fisken i kontrollmerd 1 og 2, ■ og ● er for fisken i nedsenket merd 3 og 4. Data gikk tapt de tre siste ukene av nedsenkingen samt i forsøket med luftbobling.

senkede fiskene, men var fraværende blant kontrollfiskene. Dødelighet var under 0,01 % i alle merder.

#### *Overflateaktivitet etter heving*

Rett etter at merdene ble hevet til overflaten startet fisken intens hopping og rulling (3 hopp/fisk/minutt) som pågikk i 6–8 timer. Denne atferden er typisk for svømmeblærefylling og indikerer at kuppelen ikke hadde vært tilstrekkelig for at fisken skulle få dekket behovet for å regulere oppdriften sin. Dagen etter var overflateaktiviteten normal.

#### *Bobling med luftslange*

Vi prøvde et siste forsøk på å gjøre nedsenket laks nøytral ved å legge en slange som slapp ut luftbobler i bunnen av nota. Hypotesen var at laks ikke er redd for luftbobler, og derfor kanskje kunne snappe luft fra stigende bobler og dermed etterfylle svømmeblæren og gjenopprette nøytral oppdrift. Dette viste seg å ikke være effektivt. Vi kunne ikke observere økning i ekkosignalverdier i perioden med bobling, men fiskene var heller ikke redde siden de svømte rett gjennom ”veggen” av bobler. Imidlertid observerte vi intens overflateaktivitet i ca. to timer etter heving, det indikerer at de hadde negativ oppdrift før heving.

#### **For liten kuppel eller for stor stim?**

Generelt kan vi si at luftkuppelen ble lite benyttet ettersom vi så økt svømmehastighet, reduserte ekkoloddverdier, dårligere appetitt og vekst, økt snuteslitasje og høy overflateaktivitet etter heving.

Arealet i kuppelen i forsøket var bare 1 m<sup>2</sup>, det tilsvarte 0,7 % av merdens totale overflate. I tillegg hadde taket en skråning opp til kuppelen på ca. 40° og var plassert i

sentrum. Denne kombinasjonen gjorde luften i kuppelen vanskelig tilgjengelig for stimen av laks.

Dimensjonering av luftkuppel, lodd og fortøyning var komplisert. En stor luftkuppel er teknologisk utfordrende, og balansering av denne er komplisert når strøm- og bølgekrefter påvirker merd og not. For å øke arealet til f.eks. 5 % av arealet i en 12 m x 12 m merd, kreves det 1400 liter luft i en luftkuppel med en diameter på 3 meter og høyde på 0,2 meter. Da må en ha lodd på 1,4 tonn plassert på en forsvarlig og egnet måte. Fremtidig teknologisk design må utvikles og atferden undersøkes i forhold til egnethet.

En stim i en oppdrettsmerd ser ofte ut som en stor smultring, hvilket gjør at hvert individ må nokså markant bryte ut av stimstrukturen for å komme opp til kuppelen. Som beskrevet, forandret stimen av de nedsenkede laksene seg til en høy sylindrerformet spiral, mens kontrollgruppene opprettholdt smultringformen gjennom hele forsøksperioden. Dette kan ha gjort tilkomsten til kuppelen enda vanskeligere for de nedsenkede fiskene.

Også laks i merd trenger hvile. Observasjon av oppdrettslaks i tradisjonelle overflatemerder viser at laksen hviler om natten ved å gli sakte med en svak positiv tilting forårsaket av oppdriften fra luften i svømmeblæren. Laksen må derfor ha tilgang til luft, så løftet fra svømmeblæren kan avlaste den fra å svømme.

Skal laks oppdrettes i nedsenkede merder over lengre tid, trengs et stort kunstig overflateareal. Dette kan gis ved én stor eller flere mindre kupler inkorporert i et flatt nottak for å forenkle tilkomsten av luft for stimende laks. Føring bør foregå i den kunstige overflaten for å tiltrekke/lære laksen at den kan finne luft der.



Foto: Øyvind Korsæen

Luftkuppel under vann. Laksen brukte luften i den lille kuppelen i svært liten grad.