

Dødelighet av vårgytende sild etter trenging i not Rosfjorden i Vest-agder, 21.03 - 04.04.2011

Tokt 2011 805

Av Aud Vold, Bjørnar Isaksen, Jostein Saltskår, Maria Tenningen,
Bjørn Totland, Asbjørn Aasen, Rolf-Erik Olsen



Dødelighet av vårgytende sild etter trenging i not

Rosfjorden i Vest-agder, 21.03 - 04.04.2011

Tokt 2011 805

Av

Aud Vold, Bjørnar Isaksen, Jostein Saltskår, Maria Tenningen,
Bjørn Totland, Asbjørn Aasen, Rolf-Erik Olsen



Bergen, februar 2012

Innhold

Formål.....	5
Fartøyer.....	5
Personell.....	5
Gjennomføring	5
Lokalitet.....	5
Fangst og trenging	6
Oppfølgingsperiode	9
Resultater.....	11
Sildestamme.....	11
Biologiske data og dødelighet	11
Analyser av blodprøver	12
Diskusjon.....	18
Referanser.....	22

Formål

Hensikten med toktet var å studere effektene av trenging i not på overlevelsen til NVG-sild. Et viktig aspekt ved forsøkene var å rekonstruere betingelsene i det kommersielle fisket så godt som mulig og å unngå all unødvendig transport av fisk.

Fartøyer

Tre fartøyer deltok i forsøkene:

Endre Dyrøy H-15-F, et ringnotfartøy på 56,56 m og 4700 HK, ble brukt til transport av merder og annet utstyr, samt til å assistere under håndtering av merder og trenging av fisk. I de periodene fartøyet ikke var nødvendig for trengingsforsøkene, ble det brukt til å utføre forsøk i forbindelse med prosjekt "Utvikling av miljø- og ressursvennlig notteknologi".

Radek H-8-AV, et kystnotfartøy på 27,4 m og 1600 HK, ble brukt til å kaste på sild og hjelpe til ved låssetting. Dette fartøyet hadde også med seg to mindre båter til å lyse etter sild og til assistanse ved fangst og håndtering av fisk.

Fangst M-3-MD, ble brukt til losji og til støttefartøy under oppfølgingsperioden etter trenging.

Personell

På Ende Dyrøy: Bjørnar Isaksen, Jostein Saltskår, Jan Tore Øvredal og Maria Tenningen (deler av toktet), alle fra FG Fangst ved Havforskningsinstituttet.

På FF Fangst: Asbjørn Aasen, Bjørn Totland og Aud Vold fra FG Fangst, Havforskningsinstituttet, Ragnhild Svalheim, UiB (Mastergradsstudent).

Gjennomføring

Lokalitet

Forsøkene, som var basert på metodene som ble utviklet av Huse og Vold (2010) for makrell, ble gjennomført i perioden 21.3 til 04.04.2011 i Rosfjorden i Vest-Agder (Figur 1). Opprinnelig var planen å gjennomføre forsøkene i fjordene i Rogaland, men her fant vi ikke tilstrekkelig med sild til forsøkene og lette derfor videre sørover. Inne i Rosfjorden ble det gjort akustiske registreringer av sild, og det ble besluttet å kaste på disse registreringene. Det var meningen å gjennomføre to til tre replikate forsøk, men etter at første forsøk var gjennomført forsvant silda fra fjordsystemet og forsøkene måtte avbrytes.



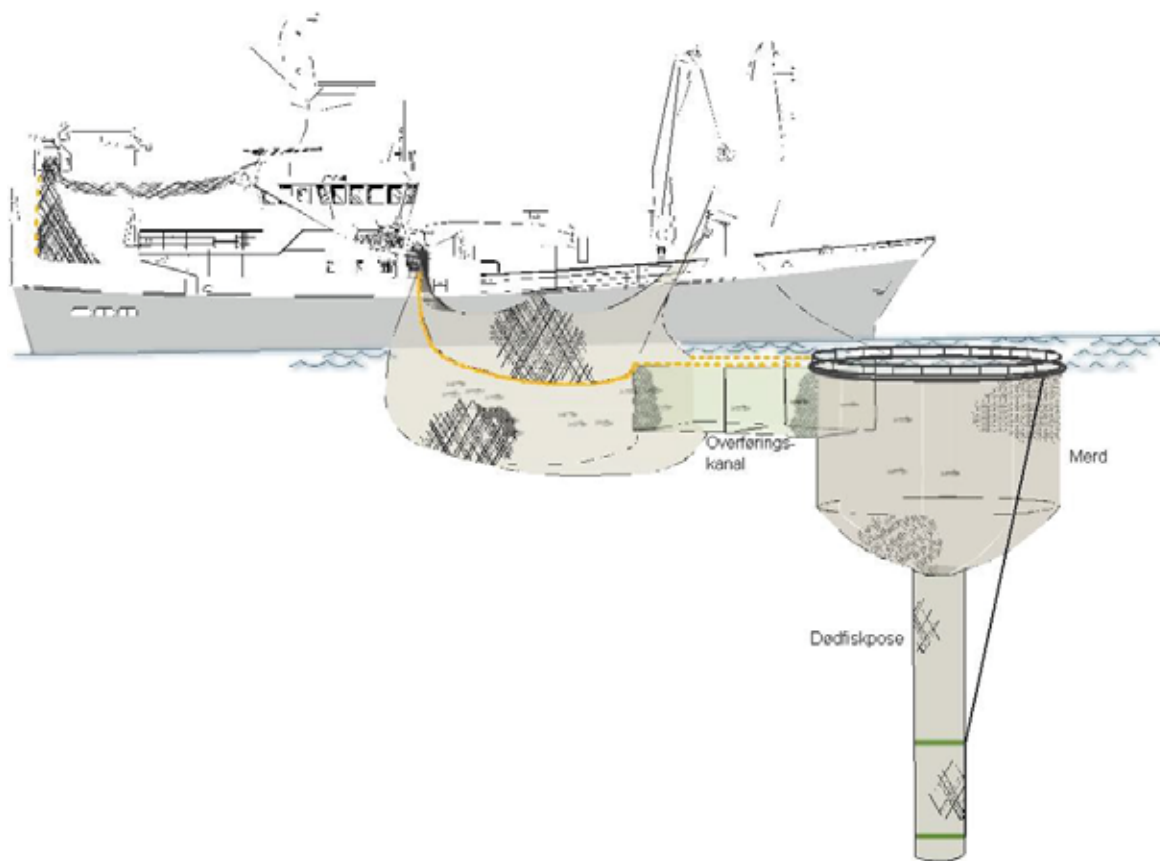
Figur 1. Silda ble fanget i Rosfjorden i Vest-Agder. Den ble deretter overført til merder som ble ankret opp på fangst-plassen.

Fangst og trenging

Hovedtyngden av fiskeriene etter NVG-sild foregår midt på vinteren i åpne værutsatte havområder. Under slike forhold er det vanskelig å foreta denne type forsøk som bl.a. medfører at personell skal arbeide på merdene og i åpne småbåter. I de skjermede fjordene i Rogaland har det i de siste årene foregått et betydelig fiske etter NVG-sild like før og etter påske, og man planlagte derfor å bruke dette området som forsøkslokalitet. Forsøkene startet opp i slutten av mars, noe senere enn ønskelig, og det viste seg at silda allerede hadde trukket ut av området. Derfor fortsatte man å lete sørover til man fant sild i Rosfjorden i Vest-Agder. Hovedtyngden av denne silda var utgytt, mens noen få individer hadde rennende rogn og melke. Vi konkluderte derfor med at dette var en vårgytende sildestamme. En del sild ble frosset ned og brakt til pelagisk avdeling ved HI for å gjøre nærmere undersøker av sildetype.

En sildestim ble fanget med nota til FF Radek og forsiktig overført til 4 polarsirkelmerder (12 m diameter og 1 m dyp med en 40 m lang oppsamlingssekk for død fisk i bunnen (Figur 2) gjennom en overføringskanal som var laget i samme nettype som notas tørke mens man forsiktig tok inn not (For nærmere detaljer om metoden, se Huse and Vold (2010). Når anslagsvis 3-4 tonn sild (Tabell 1) var overført, ble kanalen lukket. En av merdene ble beholdt som kontroll. Denne ble ankret opp på stedet, og ikke behandlet videre. De tre andre merdene ble brukt til trengingsforsøk.

Trenging ble simulert ved å løfte bunnen av merden ved hjelp av kranen på FF Endre Dyrøy mens man linet silda over i den ene siden av merden (se Figur 3-5). Når man hadde nådd full trengingstetthet, ble denne holdt i 10 minutter før merden igjen ble åpnet til fullt volum.



Figur 2. Sild ble overført til fire merder gjennom en overføringskanal mellom not og merd.

Hvor hardt man skulle trenge hver merd ble bestemt i diskusjon med mannskapene om bord på fiskefartøyene. Man ønsket å oppnå tettheter som korresponderer til sene faser av et notkast. Én ønsket tetthet skulle tilsvare den man må ha for å ta ut en prøve av fisk når man i kommersielt fiske skal bedømme om fangsten skal beholdes eller slippes ("middels trengt", Figur 4). En annen tilsvarte tettheten man har når pumping starter ("hardt trengt", Figur 5). Vi antar at denne tettheten også representerer tettheten ved notsprenging. Den tredje merden ble trengt noe lettere enn de andre to gruppene ("lett trengt", Figur 3). Vi mangler imidlertid objektive metoder for å måle fisketetthet i not. For å få kunne gjøre estimater av fisketettheten i retrospektiv ble volumet av nota målt under trenging ved hjelp av en peilestav (dyp, lengde, bredde). Mengden fisk i nota ble registrert ved avslutning av forsøket.

Under trenging ble oksygenmetningen i merdene målt ved hjelp av en Hach Lange HQ40D portabel oksygenmåler. Etter trenging ble merdene ankret opp på samme lokalitet som fisken var fanget og trengingen gjennomført. Stedet lå på en beskyttet lokalitet inne i Rosfjorden. Sjøtemperaturen under trengingsforsøkene var 5,6°C.



Figur 3. Trenging av sild etter at den er overført til merd. Denne trengings-tettheten er i teksten betegnet som "lett trengt".



Figur 4. Trenging av sild etter at den er overført til merd. Denne trengingstettheten er i teksten betegnet som "middels trengt".



Figur 5. Trenging av sild etter at den er overført til merd. Denne trengings- tettheten er i teksten betegnet som "hardt trengt".

Oppfølgingsperiode

I overvåkingsperioden ble fisken i merdene inspisert hver dag med undervannskamera. Etter fem døgn ble merdene tømt for fisk, og totalt volum av levende og død fisk i hver merd målt opp. Vekt og lengde ble registrert på et utvalg av 100-200 døde og levende fisk fra hver merd med unntak av kontrollmerden der det bare var 4 døde fisk, og biomassen i merdene ble beregnet. Nettvolumet under trenging ble antatt å være formet som en halv ellipsoid, og volumet beregnet basert på formelen $v=4/3\pi abc$ (hvor a og b er de ekvatoriale radier og c er den polare radius). Fisketetthet under trenging ble så beregnet og plottet mot mortalitetsrate. Forskjeller i middellengde mellom død og levende fiske ble statistisk testet ved hjelp av en t-test.



Figur 6. Død sild tas om bord og måles ved forsøkets avslutning.

Under trengingsforsøkene og i oppfølgingsperioden etterpå ble det tatt ut blodprøver av fisk daglig. Det ble tatt ut blodprøver av 10 kontrollfisk under overføring fra not til merd (fra overføringskanalen) og 10 fisk fra hver merd i sluttminuttet under trenging. Senere ble det tatt ut 10 fisk fra hver gruppe dag 1 og deretter 8 fisk fra hver gruppe dag 2, 3 og 5. Dette ble gjort om kvelden etter mørkets frambrudd fordi det da var relativt enkelt å få tak i fisk fra alle gruppene ved hjelp av lys. Fisken ble bedøvd med Finquel (ca. 0,06 g/l) og avlivet med et hardt slag mot hodet. Deretter ble blod tatt fra caudal-venen (0.5-1.5 ml) med en heparinisert sprøyte. Plasma ble preparert ved å sentrifugere helblod ved 2000g i ett minutt. Prøvene ble deretter lagret ved -20 °C om bord på ringnotfartøyet. Etter at prøvene var transportert til laboratoriet ved forsøksstasjonen i Matre ble de lagret ved -80 °C.

Under trenging ble det, som del av en mastergradsoppgave, tatt ut prøver av fisk fra de fire ulike trengingsgruppene til analyser av skjelltap. Ca. 30 fisk ble håvet forsiktig ut av nota ved avslutning av trengingen v.hj.a. en lerretshåv, overført til et kar med sjøvann på dekk og tatt livet av med en overdose av bedøvelse (Finquel 0,06 g/l). Fisken ble så farget i et bad med 0.1% Fast Green FCF (Alfa Aesar GmbH & Co, Karlsruhe, Tyskland) i 2 min (Figur 7) og deretter skylt i rennende sjøvann. Hver fisk ble lagt i en fotoboks og fotografert på begge sider for senere billedanalyser av skadeomfang. Resultatene fra disse forsøkene vil bli rapportert i mastergradsoppgaven og er ikke omtalt nærmere her.



Figur 7. Sild farges med Fast Green FCF for fotografering og kvantifisering av skjelltap. Disse undersøkelsene rapporteres i en Mastergradsoppgave som er knyttet til prosjektet.

Resultater

Sildestamme

Telling av ryggvirvler viste at silda i forsøkene mest sannsynlig var en blanding av NVG-sild og en lokal vårgytende sildestamme (Jostein Røttingen, pers. medd.). Middelvirveltal var 56,86, noe som er litt lavere enn ren NVG-sild. 93 % av silda var nylig utgytt. Lengde ved alder indikerte også at det var en del lokal sild i stimene. Aldersavlesning viste at 2004-årsklassen var sterkest representert i prøvene. Denne årsklassen er en sterk NVG-sild årsklasse.

Biologiske data og dødelighet

Dødeligheten som ble funnet i de fire forsøksmerdene går fram av Tabell 1. I kontrollgruppen var det så godt som ingen dødelighet, mens den varierte fra 9,9% i den lettest trengte gruppen (92 kg/m³) til 36,4 % i den hardest trengte (393 kg/m³).

Størrelsen på fisken i de fire gruppene var relativt jevn og går fram av Tabell 2. Gjennomsnittslengden på fisken som døde var signifikant mindre enn de som overlevde ($p < 0.001$, Figur 8).

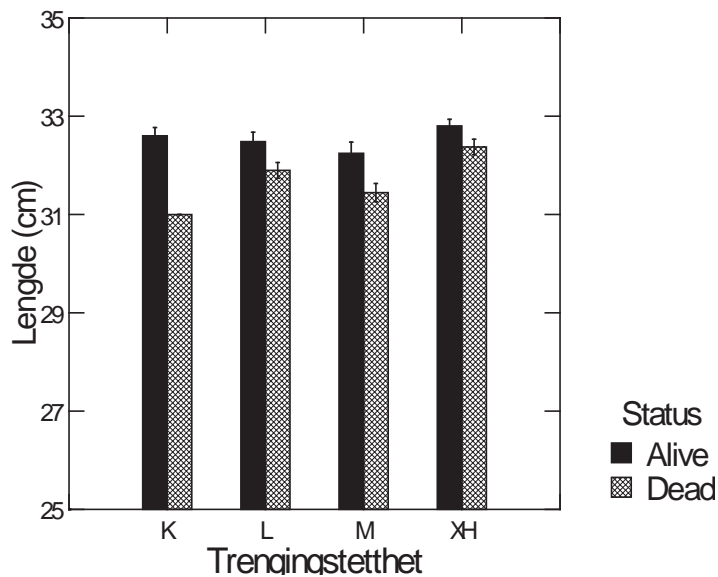
Tabell 1. Antall fisk i merdene, trengingstetthet og kumulativ dødelighet etter 5 døgn.

Forsøks-merd	Antall fisk i merden	Biomasse i merden (kg)	Individvekt, gj.snitt (kg)	Trengings-tetthet (kg m ⁻³)	Trengings-tetthet (antall m ⁻³)	Dødelighet dag 5 (%)
Kontroll	13089	3265	0,249	2	10	0,1
1	10623	2570	0,243	92	380	9,9
2	11987	2826	0,243	226	930	28,4
3	14749	3566	0,247	393	1591	36,4

Tabell 2. Gjennomsnittlig individlengde og kroppsvekt hos sild fra de fire forsøksgruppene.

Gruppe	Lengde				Vekt			
	Død		Levende		Død		Levende	
	Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD
Kontroll*	31,0	0,0	32,7	1,7	250	17,5	245	34,6
Lett	31,9	2,1	32,6	1,9	233	42,5	243	41,9
Middels	31,3	2,3	32,5	2,0	217	41,1	243	45,7
Hardt	32,4	1,7	33,1	1,6	233	34,2	247	41,0

* Antall døde fisk i kontrollgruppa var kun 4 individer



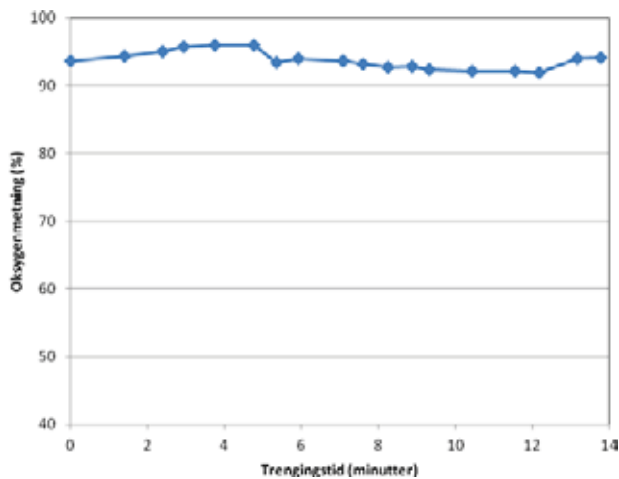
Figur 8. Gjennomsnittlig individlengde (\pm standard feil) hos døde og levende sild fra de fire forsøksgruppene.

Oksygenmetningen i vannet under trening var lite påvirket i den lettest trenge merden, der metningen under hele prosedyren lå på over 90% (Figur 9). I den middels trenge merden (Figur 10) varierte oksygenmetningen en del, trolig avhengig av bevegelser (bølger) i vannet, men sank aldri under 80%. I den hardest trenge gruppen, derimot, sank oksygenmetningen drastisk under trening, og var så lav som rundt 45% i de siste minuttene av prosedyren (Figur 11).

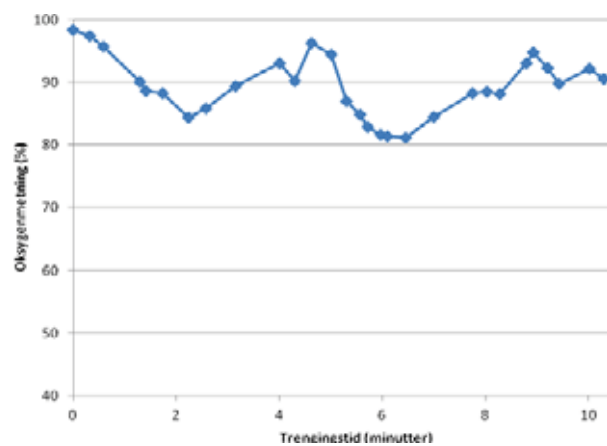
Analyser av blodprøver

Så godt som alle de målte blodparameterne (cortisol, glukose, klorid, natrium og kalium) ble påvirket av treningen. Unntaket var hematocrit, hvor det var meget stor variasjon innad i gruppene, men ingen påvisbare trender ble observert (data ikke vist). I de andre blodparameterne var det statistisk signifikante forskjeller mellom de ulike treningsgruppene og mellom dagene i oppfølgingsperioden. Dag 0 var det bare påvisbare forskjeller mellom gruppene i laktatnivå, men ikke for noen av de andre parameterne (Figur 12 til Figur 17). Dag 1 var nivået av cortisol, klorid, natrium og kalium høyere i de to hardest trenge gruppene enn i kontroll- og lett-trenge gruppe, mens glukosenivået var lavere. Dette betyr at stressnivået, særlig i den middels og hardt trenge gruppa var høyt. Alle fire grupper hadde forhøyet laktatnivå, noe som indikerer at silda i alle gruppene har hatt økt svømmeaktivitet, trolig som følge av fangstprosessen. Økning i klorid, natrium og kalium viser at en del fisk er i osmotisk ubalanse, og det synkende glukosenivået viser at den tærer på sine energireserver, for eksempel ved økt svømmeaktivitet eller for å kompensere for osmotisk ubalanse. Dag 3 og 4 ble disse forskjellene mellom gruppene visket ut. Det var en stor spredning i måleverdiene i alle gruppene, inkludert kontrollgruppen. Av Figur 18 kan det se ut som om individene innenfor hver behandlingsgruppe er delt i to med hensyn til blodverdier: De som har sterkt avvikende måleverdier og de som har relativt normale verdier, dvs. de som er sterkt påvirket av treningen og de som ser ut til å klare seg bra. Dag fem har verdiene stabilisert seg på et nivå i tilsvarende dag 0. Dette kan enten skyldes at fisken nå har kommet over treningsstresset, eller at de individene som var mest påvirket av trening er døde.

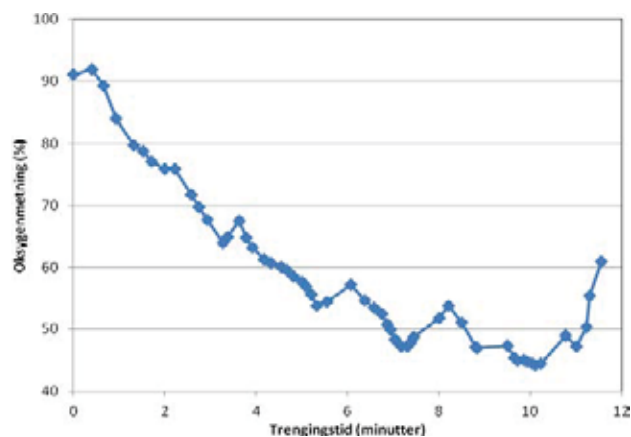
Prøvetakingsmetodikken kan ha påvirket resultatene. Dag 0 ble prøvene tatt under trening mens det var enkelt å ta ut et representativt utvalg. Dag 1, 2 og 3 ble prøver håvet ut av de oppankrede merdene på kveldstid ved hjelp av lys. Det er ikke enkelt å fange aktiv sild i en stor åpen merd, og det er godt mulig at skadet og syk fisk med nedsatt svømmeevne er overrepresentert i prøvene. Dag 5, ved avslutning av forsøkene, ble prøvene tatt ut da merdene ble tømt, og det var enklere å få tak i en representativ prøve.



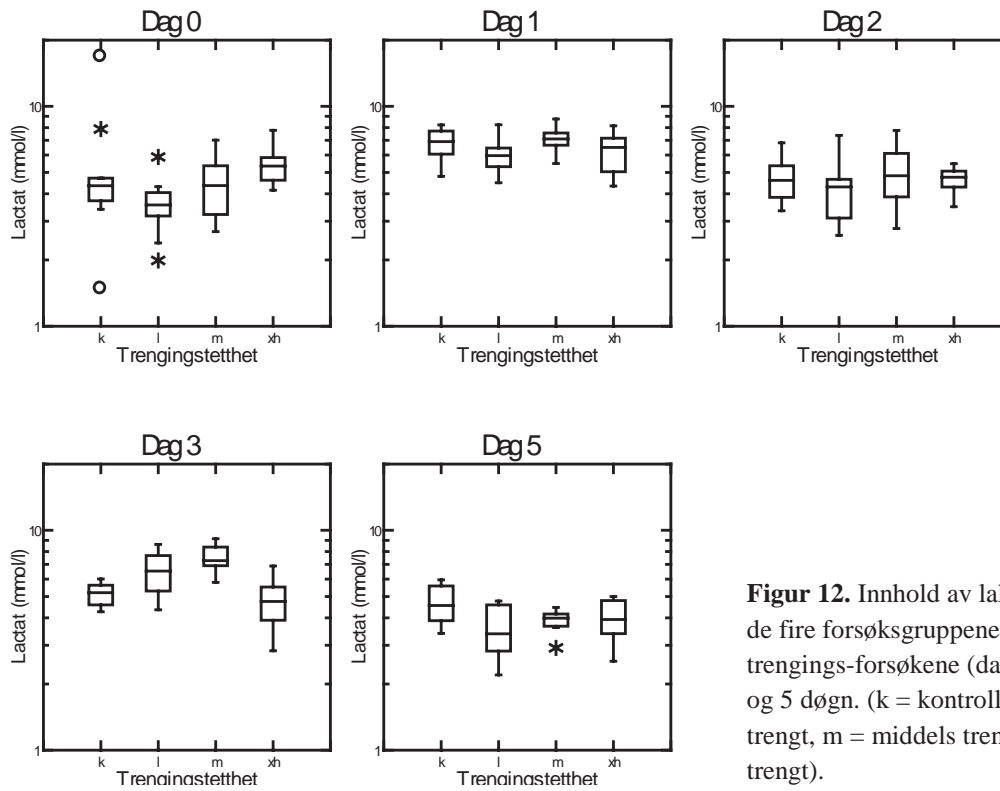
Figur 9. Oksygenmetning i merden under trening av den lettest trenge gruppen.



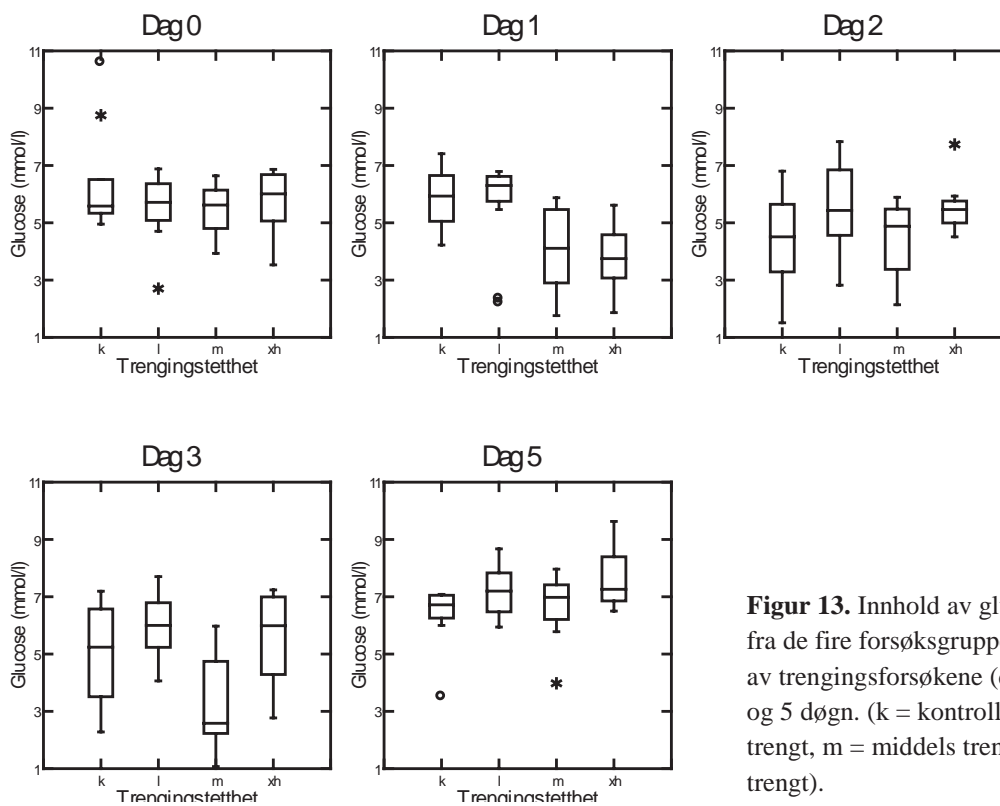
Figur 10. Oksygenmetning i merden under trening av den middels hardt trenge gruppen.



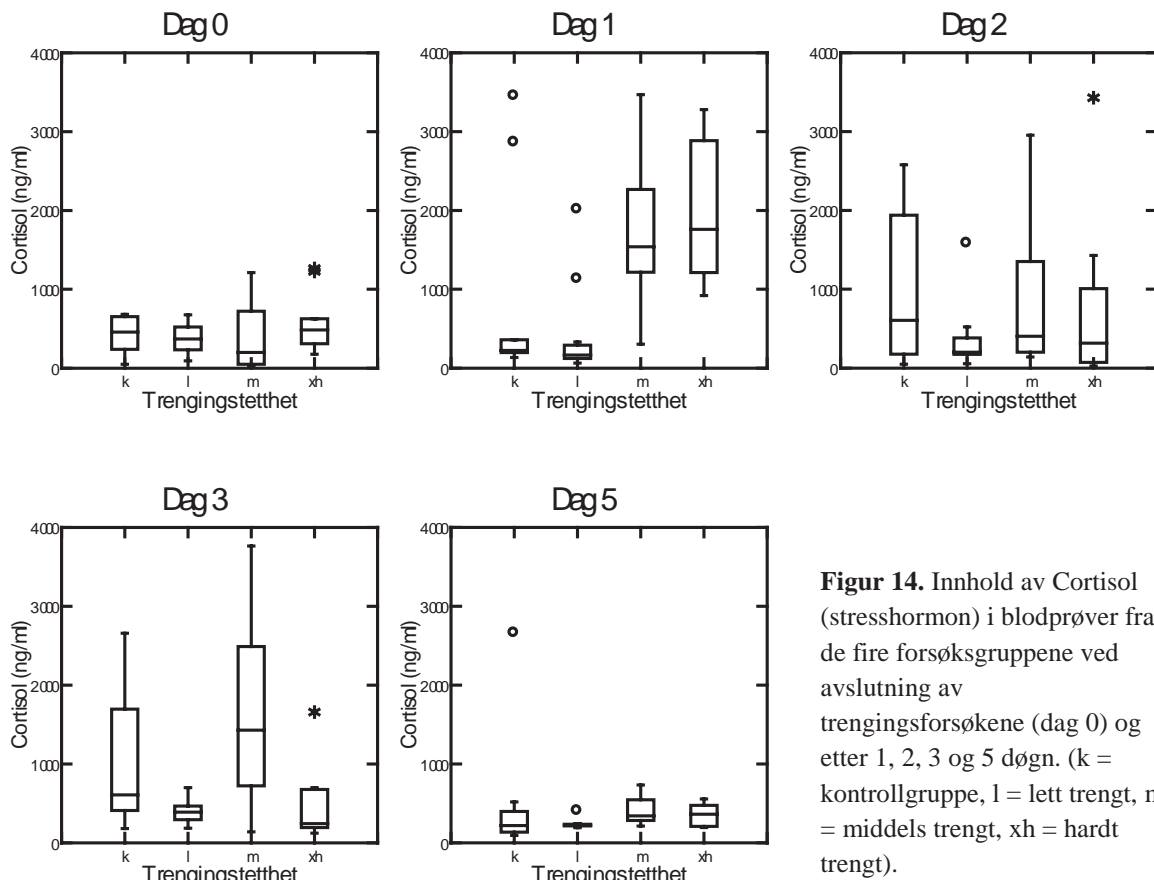
Figur 11. Oksygenmetning i merden under trening av den hardest trenge gruppen.



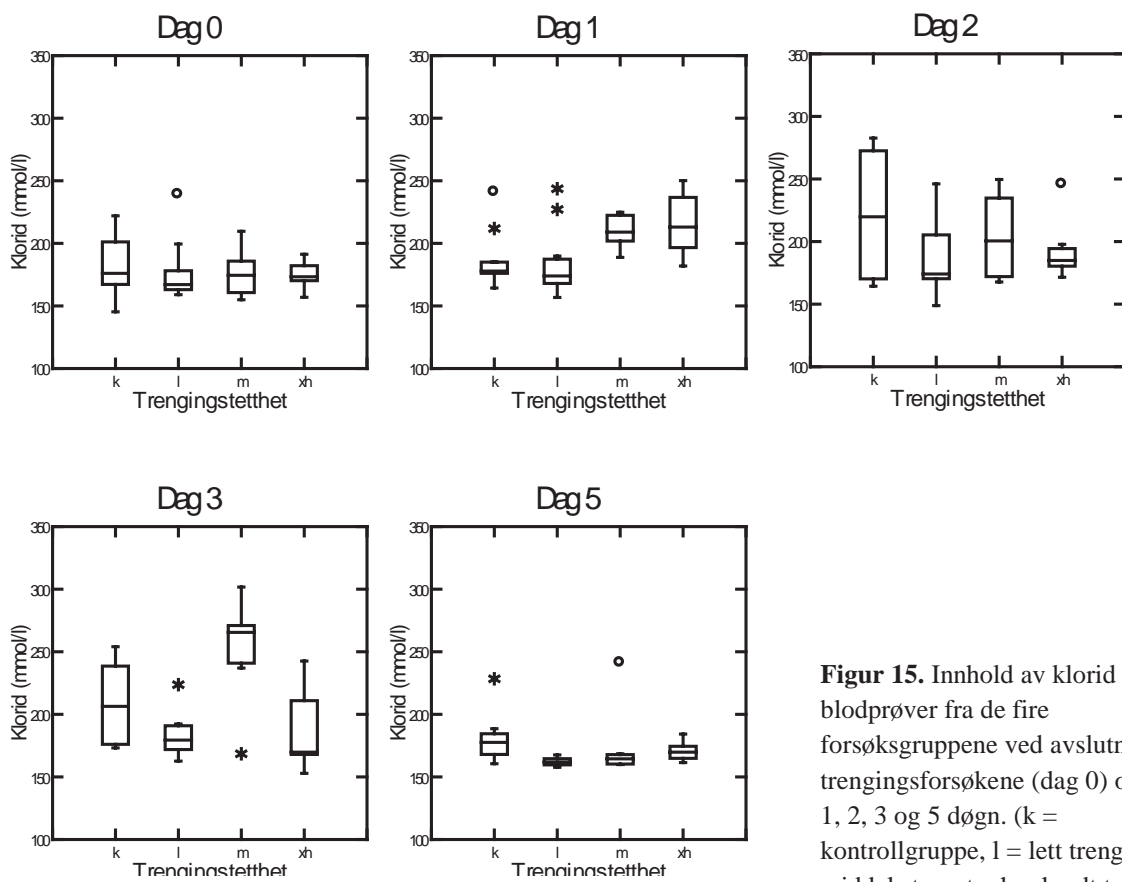
Figur 12. Innhold av laktat i blodprøver fra de fire forsøksgruppene ved avslutning av trengings-forsøkene (dag 0) og etter 1, 2, 3 og 5 døgn. (k = kontrollgruppe, l = lett trent, m = middels trent, xh = hardt trent).



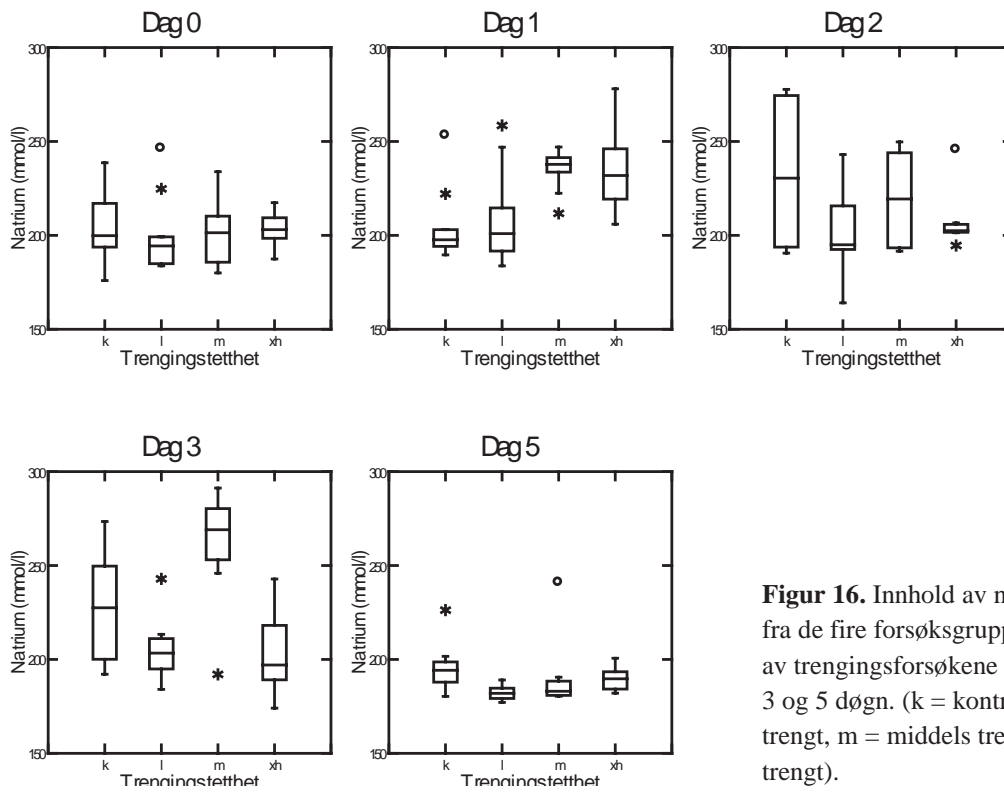
Figur 13. Innhold av glucose i blodprøver fra de fire forsøksgruppene ved avslutning av trengingsforsøkene (dag 0) og etter 1, 2, 3 og 5 døgn. (k = kontrollgruppe, l = lett trent, m = middels trent, xh = hardt trent).



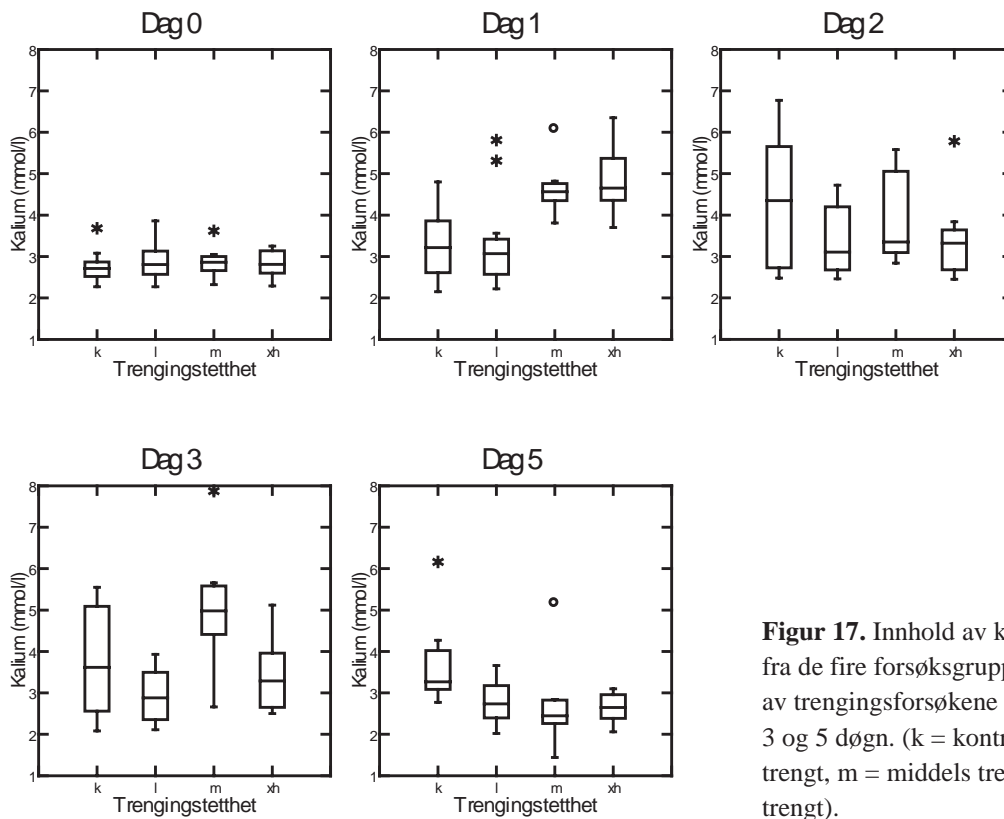
Figur 14. Innhold av Cortisol (stresshormon) i blodprøver fra de fire forsøksgruppene ved avslutning av treningsforsøkene (dag 0) og etter 1, 2, 3 og 5 døgn. (k = kontrollgruppe, l = lett trent, m = middels trent, xh = hardt trent).



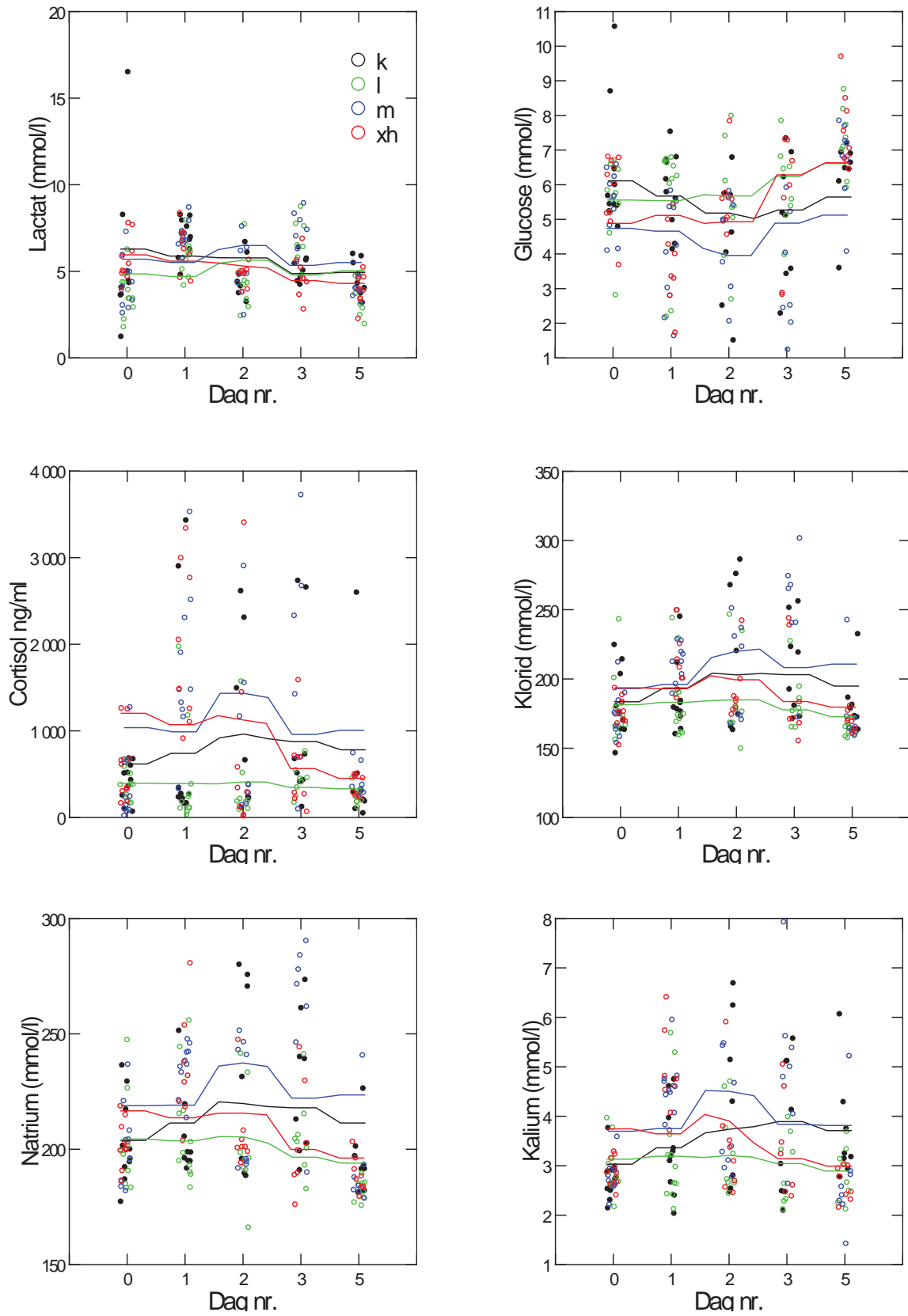
Figur 15. Innhold av klorid i blodprøver fra de fire forsøksgruppene ved avslutning av treningsforsøkene (dag 0) og etter 1, 2, 3 og 5 døgn. (k = kontrollgruppe, l = lett trent, m = middels trent, xh = hardt trent)



Figur 16. Innhold av natrium i blodprøver fra de fire forsøksgruppene ved avslutning av trengingsforsøkene (dag 0) og etter 1, 2, 3 og 5 døgn. (k = kontrollgruppe, l = lett trengt, m = middels trengt, xh = hardt trengt).



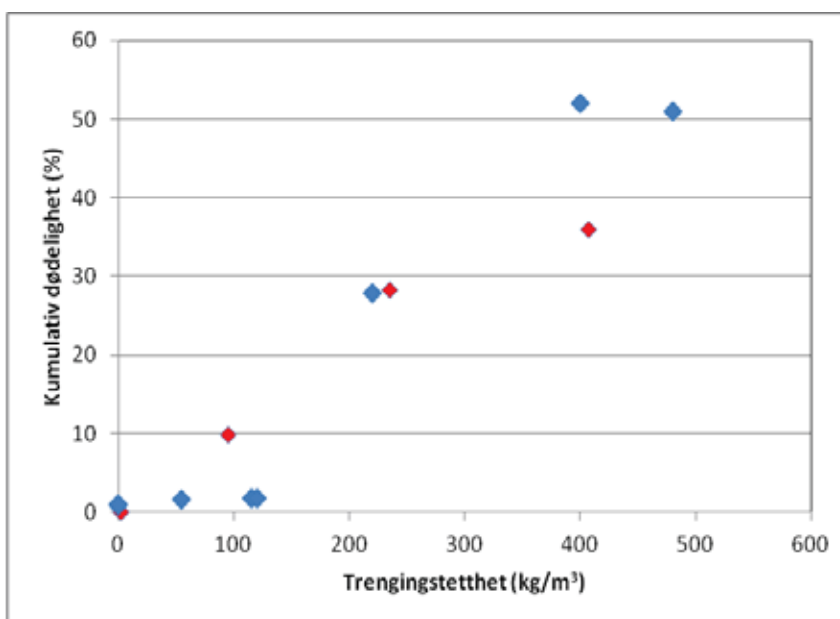
Figur 17. Innhold av kalium i blodprøver fra de fire forsøksgruppene ved avslutning av trengingsforsøkene (dag 0) og etter 1, 2, 3 og 5 døgn. (k = kontrollgruppe, l = lett trengt, m = middels trengt, xh = hardt trengt).



Figur 18. Utvikling i innhold av cortisol, glucose, klorid, natrium og kalium i blodprøvene fra sild i de ulike forsøksgruppene 5 døgn etter trening. De heltrukne linjene viser gjennomsnittsverdi for gruppen, mens sirkelene viser enkeltmålinger. Svarte symboler og linjer = Kontroll, grønne = Lett trent, blå = Middels trent, røde = Hardt trent.

Diskusjon

Resultatene fra disse forsøkene viser at dødeligheten til sild etter hard trenging (opp til 393 kg/m³) i 10 minutter kan være betydelig. Dataene stemmer godt overens med det som er funnet ved forsøk med Nordsjøsild i 2008/09 (Tenningen et al., 2012) (Figur 19). De tetthetene som er brukt i våre trengingsforsøk er svært mye høyere enn tettheter som finnes i naturlige sildestimer i havet, der stimtettheter over 20 sild pr. m³ er sjelden (Misund, 1993; Domenici et al., 2000), men de er likevel ikke høyere enn det som normalt forekommer i sene faser av notfiske. Våre resultater er også på linje med det som tidligere er observert for andre silde lignende arter som sardinops (*Sardinops sagax*) (Mitchell et al., 2002) og sardin (*Sardina pilchardus*) (Marçalo et al., 2010). Sild ser imidlertid ut til å tåle mer enn makrell (Huse and Vold, 2010; Lockwood et al., 1983).



Figur 19. Mortalitet til vårgytende sild (røde symboler) og Nordsjøsild (blå symboler) i forhold til trengningstetthet. Hvert punkt representerer en merd trengt i 10 minutter.

Et av målene med forsøkene var å rekonstruere forholdene under kommersielt fiske så godt som mulig. Ideelt sett burde overlevingsforsøk med NVG-sild vært foretatt på fiskefeltene utenfor kysten av Nord-Norge eller Møre om vinteren der de store sildefiskeriene foregår. Metodikken som brukes er imidlertid så sårbar for dårlig vær at dette ikke lar seg gjennomføre i praksis. Som allerede nevnt ble det derfor forsøkt å legge eksperimentene til de relativt beskyttede fjordområdene i Rogaland der det i de siste årene har vært et betydelig fiske på NVG-sild rundt påsketider, men vi måtte flytte forsøkene lengre sørover fordi vi ikke fant nok fisk på det tidspunktet forsøkene startet. Det kan derfor reises spørsmål om hvor realistisk disse forsøkene ble i forhold til et kommersielt NVG-fiske. Figur 19 viser dødelighets-estimatene fra disse forsøkene sammenlignet med forsøkene som ble gjort med Nordsjøsild i mai 2008 og 09 (Tenningen et al., 2012). Siden resultatene fra sommerens forsøk stemmer så godt overens med disse forsøkene, må man anta dødeligheten etter trenging er relativt lik for alle nærstående sildestammer. Man har imidlertid ingen holdepunkter for å anta at mortaliteten ville ha vært den samme dersom forsøkene hadde blitt gjort ved en annen tid på året. For å få en bedre forståelse for hvordan dødeligheten endrer seg med årstidene er ønskelig å gjøre nye undersøkelser bl.a. under vinterfiskeriene.

Alle våre trengingsforsøk med sild er foretatt i dagslys. Hovedtyngden av de kommersielle fiskeriene etter NVG-sild foregår imidlertid når det er mørkt (nattkasting). I mørket vil silda ha problemer med å orientere seg i forhold til redskapet (Blaxter and Batty, 1987). Det er ikke usannsynlig at kollisjoner med notnett og annen fisk vil kunne påføre fisken større skader og dermed høyere dødelighet ved nattfiske enn ved dagfiske (Olla et al., 2000). Slike problemstillinger bør studeres i nye forsøk.

Denne undersøkelsen viste at fisken som døde i gjennomsnitt var mindre og lettere enn den som overlevde. Det samme ble observert i trengingsforsøkene som ble gjort med Nordsjø-sild i 2008 og 2009 (Tenningen et al., 2012). Tilsvarende observasjoner er også gjort hos sardin, som er en nærstående art (Marçalo et al., 2010), og hos sild i trålfiske (Suuronen et al., 1996b). Det er vanlig å anta at dette skyldes at den minste fisken tåler redskapsskader dårligst. Morison et al. (2003) fant imidlertid at fisk av tilsvarende størrelse som silda i våre forsøk normalt krymper rundt en halv cm som følge av naturlige *post mortem* prosesser etter dødstidspunktet. Om de observerte forskjellene mellom død og levende fisk i våre forsøk skyldes dette, eller om det er slik at den minste fisken er svakest og dør først, kan vi ikke fastslå ut fra våre data. Dersom den minste fisken har størst dødelighet er dette særlig alvorlig fordi fiskestørrelse og kvalitet er blant de viktigste årsakene til slipping (fisk som slippes er under gjennomsnittelig størrelse og kondisjon).

For å bedre vår forståelse for hvordan slippingsdødeligheten varierer under ulike miljøbestemte og biologiske betingelser, er det viktig å forstå mekanismene som forårsaker dødeligheten. Målingene som ble gjort av oksygenivået i sjøen under trenging viste at oksygenivået sank drastisk (til 45% oksygenmetning) i den hardest trengte merda. I de to andre var nivået ikke så lavt at det kunne forventes å påvirke fiskens velferd. Vi vet imidlertid ikke hvor lavt oksygenivået må synke før det har effekt på sildas levedyktighet. Analysene av blodprøver fra dette forsøket viste at fisken var utsatt for høyt stress. Økningen som ble funnet i plasma-ioner indikerer tap av evnen til osmoregulering noe som forårsaker dehydrering av fisk (Zydlewski et al., 2010; Suuronen et al., 1996b; Suuronen et al., 1995). Generelt sett er stressresponsen hos sild i denne undersøkelsen svært lik det som er blitt observert tidligere for makrell (Lockwood et al., 1983) og sardin (Marçalo et al., 2006) i lignende trengingsforsøk. Dataene fra disse forsøkene viste en svært høy cortisolrespons. Dette stresshormonet viser vanligvis en topp i konsentrasjon omtrent 30 til 60 minutter etter stresspåvirkning (Olsen et al., 2002; Olsen et al., 2008). Under normale forhold returnerer cortisol og ioneresponser til normale verdier 8-12 timer etter at årsaken til stresset er fjernet (Olsen et al., 2002; Olsen et al., 2008). I denne studien var imidlertid verdiene ikke tilbake til normalt nivå før etter 5 døgn.

Nivået av plasma glukose sank betydelig etter trenging og forble lave til og med dag 3. Dag 5 var imidlertid glukosenivået steget, og var høyere enn det var dag 0. Dette indikerer at fisken allerede hadde begynt å tære på sine energilagre da vi tok ut prøvene etter trenging dag 0. Dette skyldes trolig at silda hadde blitt tvunget til betydelig svømmeaktivitet gjennom fangst og overføring til merd før selve trengingsforsøket ble gjennomført.

For pelagiske arter som sild og makrell er det ofte antatt at skjelltap og hudskader er den primære dødsårsaken etter kontakt med fiskeredskaper (Pawson and Lockwood, 1980; Misund and Beltestad, 1995; Suuronen et al., 1996a; Suuronen et al., 1996b; Marçalo et al., 2010; Mitchell et al., 2002). I sene faser av et notkast med sild ser man ofte at sjøen er full av drivende skjell, noe som indikerer et skjelltap som følge av sildas kontakt med nota. Hvor stort dette skjelltapet er ved ulike trengingsgrader har ikke vært kvantifisert til nå, men blir studert i en mastergradsoppgave som er knyttet til dette forsøket. Det er vanlig å anta at dødeligheten oppstår fordi det oppstår en defekt i den osmoregulatoriske evnen og dermed et betydelig væsketap fra fiskekroppen forårsaket av en svekkelse i hudbarrieren (Suuronen et al. 1995; Suuronen et al. 1996a; Zydlewski et al. 2010). Dataene fra dette forsøket synes å støtte denne teorien gjennom økning i plasma ioner og mobilisering av glukose for å kompensere for vanntapet.



Figur 20. Blinkende skjell i sjøen etter trenging.

En interessant observasjon var den tilsynelatende bimodale fordelingen i blodverdiene dag 1 til 3 etter trenging. Mens noen individer syntes å gjenerobre normale blodverdier kort tid etter trenging, syntes andre å utvikle ekstremverdier på nivå med moribund fisk. Det samme er tidligere observert for sild i småskala forsøk der man fjernet skjell eksperimentelt (Olsen et al., 2012). Fisk med ekstremverdier ville trolig ha dødd i løpet av relativt kort tid. Dag 5 var denne bimodaliteten forsvunnet. En forklaring er at de dårligste individene da var døde. Det er imidlertid viktig å merke seg at prøvetakingen dag 1 til 3 neppe var representativ siden det er vanskelig å fange frisk sild i et åpent vannvolum, og selv om vi samlet fisk ved hjelp av lys i kveldsmørket, er det grunn til å tro at svake individer med dårlig svømmeevne er overrepresentert i prøvene. Blodprøvene dag 5 ble tatt under avslutningen av forsøkene mens fisken ble trengt sammen for å bli pumpet om bord i fartøyet. Det var da enklere å ta ut et representativt utvalg av fisk, og det er derfor mulig at prøvene denne dagen gir et bedre bilde av gjennomsnittet i gruppen.

Noen individer hadde tydelige skader i huden på avslutningsdagen. Det er mulig at dødeligheten ville ha blitt noe høyere dersom oppfølgingstiden hadde vært lenger. Imidlertid viste målingene av blodparametere ved avslutningen av forsøket at både stressnivået, den osmotiske ubalansen, laktatnivået og glukoselagrene hadde normalisert seg. Derfor må vi anta at den største dødeligheten som trengingen hadde forårsaket var over. Dette er i kontrast til de tidligere forsøkene med Nordsjøsild der stressnivået og graden av osmotisk ubalanse hos enkelte sild i de hardeste trengte gruppene var så høyt da forsøket ble avsluttet etter 4 døgn at de neppe ville ha overlevd i vill tilstand (Tenningen et al., 2012), og man antok at dødeligheten ble underestimert i forsøkene. Oppfølgingstiden i slike forsøk vil alltid måtte bli en avveining mellom behovet for langtidsobservasjoner og risikoen for å påføre effekter forårsaket av fangenskap. Lengden av oppfølgingsperioden påvirkes også av kostnadene ved å gjennomføre fullskala fangstforsøk, som vanligvis er svært høye (fartøyleie, utstyr, personell, forsøkskvoter, m.v.).

De aktuelle forsøkene viser at trenging av sild i not kan medføre betydelig dødelighet etter slipping. For å beskytte sildebestandene bør slipping fra nøter i en sen trengingsfase forbys. På den annen side viser forsøkene at sild tåler trenging i lavere grad godt, og rask og skånsom slipping i en tidlig fase bør derfor kunne aksepteres. Vi må regne med at inntil det utvikles metodikk og instrumentering for sikker identifikasjon av stimer før kasting, vil slipping være en nødvendig metode for fangstregulering i notfiske, både mht art, størrelse, kvalitet og kvantum. En utfordring er derfor å bestemme hvor langt inn i trengingsprosessen slipping kan tillates. Resultatene fra disse forsøkene gir verdifulle opplysninger i forhold til å bestemme "point of no return" (det punkt hvoretter slipping ikke lenger kan tillates på grunn av trengingsdødelighet), men dette punktet er i praksis vanskelig å måle i felt siden man mangler instrumenter/metoder for å måle fisketettheter i not.

Referanser

- Blaxter, J. H. S., and Batty, R. S. 1987. Comparisons of herring behaviour in the light and dark: changes in activity and responses to sound. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 67: 849-860.
- Domenici, P., Steffensen, J. F., and Batty, R. S. 2000. The effect of progressive hypoxia on swimming activity and schooling in Atlantic herring. *Journal of Fish Biology*, 57: 1526-1538.
- Huse, I., and Vold, A. 2010. Mortality of mackerel (*Scomber scombrus* L.) after pursing and slipping from a purse seine. *Fisheries Research*, 106: 54-59.
- Lockwood, S. J., Pawson, M. G., and Eaton, D. R. 1983. The effects of crowding on mackerel (*Scomber scombrus* L.) - Physical condition and mortality. *Fisheries Research*, 2: 129-147.
- Marçalo, A., Marques, T. A., Araújo, J., Pousão-Ferreira, P., Erzini, K., and Stratoudakis, Y. 2010. Fishing simulation experiments for predicting the effects of purse-seine capture on sardine (*Sardina pilchardus*). *ICES Journal of Marine Science*, 67: 334-344.
- Marçalo, A., Mateus, L., Correia, J. H. D., Serra, P., Fryer, R., and Stratoudakis, Y. 2006. Sardine (*Sardina pilchardus*) stress reaction to purse seine fishing. *Marine Biology*, 149: 1509-1518.
- Misund, O. A. 1993. Avoidance behaviour of herring (*Clupea harengus*) and mackerel (*Scomber scombrus*) in purse seine capture situations. *Fisheries Research*, 16.
- Misund, O. A., and Beltestad, A. K. 1995. Survival of herring after simulated net bursts and conventional storage in net pens. *Fisheries Research*, 22: 293-297.
- Mitchell, R. W., Blight, S. J., Gaughan, D. J., and Wright, I. W. 2002. Does the mortality of released *Sardinops sagax* increase if rolled over the headline of a purse seine net? *Fisheries Research*, 57: 279-285.
- Morison, A. K., Brown, I. W., and Jones, G. K. 2003. Post mortem shrinkage of four species of temperate and tropical marine fishes, without freezing or preservation. *Journal of Fish Biology*, 62: 1435-1449.
- Olla, B. L., Davis, M. W., and Rose, C. 2000. Differences in orientation and swimming of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in a trawl net under light and dark conditions: concordance between field and laboratory observations. *Fisheries Research*, 44: 261-266.
- Olsen, R. E., Oppedal, F., Tenningen, M., and Vold, A. 2012. Skin injuries on herring may be a contributing factor to mortality experienced after slipping from purse seines. *ICES Journal of Marine Science*, submitted.
- Olsen, R. E., Sundell, K., Hansen, T., Hemre, G. I., Myklebust, R., Mayhew, T. M., and Ringo, E. 2002. Acute stress alters the intestinal lining of Atlantic salmon, *Salmo salar* L.: An electron microscopical study. *Fish Physiology and Biochemistry*, 26: 211-221.
- Olsen, R. E., Sundell, K., Ringo, E., Myklebust, R., Hemre, G. I., Hansen, T., and Karlsen, O. 2008. The acute stress response in fed and food deprived Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Aquaculture*, 280: 232-241.
- Pawson, M. G., and Lockwood, S. J. 1980 Mortality of mackerel following physical stress, and its probable cause. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 177: 439-443.
- Suuronen, P., Erickson, D. L., and Orrensalo, A. 1996a. Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. *Fisheries Research*, 25: 305-321.
- Suuronen, P., Perez-Comas, J. A., Lehtonen, E., and Tschernij, V. 1996b. Size-related mortality of herring (*Clupea harengus* L.) escaping through a rigid sorting grid and trawl codend meshes. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 691-700.
- Suuronen, P., Turunen, T., Kiviniemi, M., and Karjalainen, J. 1995. Survival of vendace (*Coregonus albula*) escaping from a trawl cod end. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52: 2527-2533.
- Tenningen, M., Vold, A., and Olsen, R. E. 2012. The response of Atlantic herring to high crowding densities in purse seines: survival rate and stress reaction. *ICES Journal of Marine Science*, in press.
- Zydlewski, J., Zydlewski, G., and Danner, G. R. 2010. Descaling injury impairs the osmoregulatory ability of Atlantic salmon smolts entering seawater. *Transactions of the American Fisheries Society*, 139: 129-136.