

Nýstárlegar rannsóknir með hjálp gervitungláfiskmerkja

Ferðir þorsks kortlagðar á nýjan hátt

JÓHANNES STURLAUGSSON
ERLENDUR GEIRDAL
GUÐMUNDUR GEIRDAL

Laxfiskar er fyrsta íslenska fyrirtækið sem stofnað er til að sinna fiskirannsóknnum. Allt frá stofnun 2003 hefur fyrirtækið byggt starfsemi sína á því að sinna framsæknum fiskirannsóknnum þar sem nýjustu tækni er beitt eftir föngum. Fyrstu árin voru ferskvatnsfiskar í ám, vötnum og sjó aðalviðfangsefni rannsóknanna en árið 2009 byrjuðum við fyrir alvöru að rannsaka sjávarfiska. Það ár hófum við rannsókn á gönguhegðun ýsu í Hvalfirði þar sem við söfnuðum landfræðilegum upplýsingum um dvöl fiskanna innan mismunandi svæða fjarðarins árið um kring. Þar var gagna aflað með hljóðsendimerkjum og sritandi skráningarstöðvum sem söfnuðu upplýsingum um dvöl fiskanna þegar þeir dvöldu innan skynjunarsviðs skráningarstöðvanna. Samskonar rannsóknir hófu Laxfiskar síðan á steinbít 2010 og vorið 2012 hófum við rannsóknir á farleiðum þorsksins með notkun gervitungláfiskmerkja. Rannsóknir þessarar á sjávarfiskum voru í öllum tilfellum gerlegar vegna styrkja sem Laxfiskar fengu frá Verkefnasjóði sjávarútvegsins og voru unnar í samstarfi við útgerð Gísla KÓ-10.

Fjarkönnun á ferðum fiska um gervitungl
Rannsóknafyrirtækið Laxfiskar tók 2011 í notkun nýja tækni sem gerir kleift að fylgjast með ferðum fiska um gervitungl og nýtti til að fylgjast með íslenskum löxum í úthafinu þar sem lengsta skráða ferðalagið var hátt í 3.000 km. Tæknin byggir á gervitungláfiskmerkjum sem eru á ýmsan máta sambærileg við gervitunglamerki sem notuð hafa verið á hvali en gögnin frá gervitungláfiskmerkjunum skila sér hinsvegar á þann hátt að merkin losa sig af fiskinum á fyrirfram ákveðnum tíma og fljóta upp á yfirborð þar sem þau geta fyrst náð sambandi við gervitungl ARGOS gervitunglakerfisins. Merkin fljóta síðan á yfirborði sjávar og senda á nokkrum sólarhringum



Golþorskur, 136 cm að lengd, í höndum Jóhannesar Sturlaugssonar og Erlends Geirdal.

mæligögnin frá ferðalagi fisksins, þ.m.t. nákvæma staðarákvörðun þess staðar sem merkið var losað af fiskinum. Um gervitungl berast þannig mæligögnin yfir fiskdýpi á farleiðinni og sjávarhita og birtumagn hverju sinni. Nánari upplýsingar um gervitunglamerkin og notkun þeirra má finna á vefsíðu Laxfiska (www.laxfiskar.is). Með þessu móti fást gögn um hegðun og umhverfi fiskanna án þess að endurveiða þá. Þessi leið til vöktunar opnar algerlega nýjar leiðir til að afla gagna frá fiski í sjó, meðal annars nákvæmar landfræðilegar upplýsingar um ferðir fiska utan veiðisvæða og innsýn í afrán á þeim.

Rannsókn á ferðum þorsksins

Þegar við höfðum kynnst kostum gervitunglamerkjanna sáum við augljóst sóknarfæri í því að afla hagnýtra upplýsinga um árstíðabundnar ferðir íslenskra þorska með þessari rannsóknadferð. Þar réð mestu sú sérstaða merkjanna að

afla gagna sem ekki eru veiðiháð, þ.e.a.s. upplýsingarnar skila sér hvort sem fiskarnir fara um hefðbundna veiðislóð eður ei. Árið 2012 gafst okkur tækifæri á að hleypa slíkum þorskrannsóknnum af stokkunum. Markmið verkefnisins var að kortleggja landfræðilega ferðir þorska til að afla nýrra upplýsinga um gönguleiðir þeirra, gönguhegðun, umhverfi og afdrif.

Þorskur var merktur með gervitunglamerkjum í lok apríl 2012 í innanverðum Faxaflóa sem um leið markaði upphafið að notkun þessarar tækni við þorskrannsóknir á veraldarvísu. Þar voru 8 hrygningarfiskar merktir sem voru frá 105 cm og upp í 136 cm langir. Merkin mældu á 75 sekúndna - 10 mínútna fresti dýpið sem

fiskarnir fóru um og sjávarhitann og birtumagnnið á þeirri slóð og störfuðu í 1-8 mánuði, þ.e.a.s. að liðnum þeim fyrirfram ákveðna tíma frá merkingu voru merkin látin losa sig af fiskinum og hefja gagnasendingar.

Afurðir rannsóknarinnar

Rannsóknin færði sönnur á það að gervitunglamerkingar á þorski er mögnuð aðferð til að vakta hegðun og umhverfi þorsksins árið um kring sem felur meðal annars í sér aðgengi að nákvæmum landfræðilegum upplýsingum um ferðir fiskanna. Grunnur þessa er merkingaradferðin sem við beittum sem hentaði greinilega vel því við fengum gögn fyrir þá 8 mánuði sem rann-



Gervitungláfiskmerki sem notað var í þorskrannsókninni 2012.

Hvernig geta merkingarnar nýst við veiðar?

Gervitungláfiskmerki gera kleift að fylgjast með ferðum fiska og safna upplýsingum um atferli þeirra og umhverfi án þess að slíkt útheimti að fiskarnir séu endurveiddir. Rannsóknafyrirtækið Laxfiskar innleiddi 2011 notkun þessara merkja í fiskirannsóknnum hér við land og í þeirri vinnu komum við auga á tækifæri sem felst í því að nýta þessa fjarkönnunartækni til að auka hagkvæmni fiskveiða samhliða því að afla nýrrar hagnýtrar þekkingar. Grundvöllur þess er að nýta sem viðmið við fiskveiðar nákvæm landfræðileg gögn frá ferðum merktra fiska sem aflað er um gervitungl. Slíkar upplýsingar auka sóknarfæri í fiskveiðum bæði innan og utan þekktra veiðisvæða og gera fært að draga úr olíukostnaði við veiðarnar. Úr varð að við settum upp þróunarverkefni til að fylgja þeirri hugmynd eftir sem nú er unnið að því að fjármagna með

styrkumsóknun í rannsóknasjóði. Hugmyndin var kynnt fyrir útgerðarfyrirtækjunum Brim, HB Granda og Ögurvík sem ætla að taka þátt í verkefninu með því að leggja til prófanir á aðferðarfræðinni. Auk þeirra taka þátt í verkefninu Árni Geir Pálsson viðskiptafræðingur og Guðmundur Geirdal sem gerir út báttinn Gísla KÓ 10 en hann hefur um nokkurra ára skeið unnið með Laxfiskum að rannsóknnum á sjávarfiskum.

Þróun á vöktunarþjónustu - Fiskislóðin

Þróunarverkefnið ber nafnið Fiskislóðin og er í reynd tvívirkt því þjónustan sem verið að þróa sinnir í senn útgerðar- og rannsóknnaaðilum. Lagt er upp með það að þeir sem greiða fyrir þjónustuna fái „tvo fyrir einn“ enda myndu bæði útgerðaraðilar og rannsóknaraðilar á borð við Hafrannsóknastofnun geta nýtt öll gögn sem aflað er. Þannig nýtast öll ný gögn sem aflað verður fyrir tilstilli gervitunglamerkja um hegðun

fiskanna og samspil þeirrar hegðunar við svæði og umhverfisáðstæður til þess að uppfæra grunnþekkingu á atferlisvistfræði fiskanna sem hefur gildi fyrir útgerðaraðila líkt og aðra hagsmunaaðila. Fiskveiðarnar myndu síðan með beinni hætti taka mið af rauntímagögnum yfir útbreiðslu fiskanna á hverjum tíma en einnig færa sér í nyt gagnagrunn sem samhliða byggist upp til að kalla fram spá yfir mögulegt útbreiðslusvæði fiska fyrir tiltekin tímabil og tilsvandi hegðun með hliðsjón af fiskdýpi. Vöktunarþjónusta Fiskislóðarinnar er ætlað að skapa verðmæti, allt frá aukinni hagkvæmni við veiðar með olíusparnaði til afleiðra þátta sem leiða til verðmætasköpunar tengdrar markaðsmálum, umhverfismálum og fiskirannsóknnum.

Núverandi möguleikar og framtíðin

Hagræðingin af því að fá upplýsingar um fiskigöngur „í beinni“ er mest við veiðar á mikil-

vægum nytjafiskum sem nýta víðfeðm hafsvæði svo sem þorski, ufsa og grálúðu. En einnig er eðlilegt að hefja vöktun nýrra tegunda sem samhliða breytingum í umhverfi sjávar ganga nú í vaxandi mæli inn í íslensku fiskveiðilögsgögn. Auk þess er vöktun á útbreiðslu, atferli og umhverfi fiska með gervitunglamerkjum vænlegur kostur ef Íslendingar vilja sjækja ný og hagnýt gögn um fiska sem dvelja á alþjóðlegum hafsvæðum sem okkur varða. Framþróun gervitungláfiskmerkja mun á allra næstu árum gera kleift að merkja minni fiska. Fróðlegt verður að sjá hvenær hægt verður með þessum hætti að fylgjast með makríl og síld sem mun gjörbreyta möguleikum á nýtingu þessara mikilvægu nytjafiska. Á vefsíðu Laxfiska (www.laxfiskar.is) má finna frekari fróðleik um verkefnið.

» Jóhannes Sturlaugsson

sóknin spannaði og öll merkin skiluðu gögnum, þar með talið merki af þorski sem var étinn af hval. Sá þorskur sem sökum orlaga sinna fékk viðurnefnið Jónas hefur þegar skrifað nafn sitt í sögubækur fiskirannsóknna og reyndar hvalarannsóknna einnig en nánar er litið á afdrif hans hér síðar. Niðurstöður rannsóknarinnar færðu í hús nýjar upplýsingar um hegðun golþorska þar með taldar landfræðilegar upplýsingar um ferðir þeirra. Sérlega ítarlegar mælingar frá einum þorskanna skiluðu eins mánaðar gögnum á 75 sekúndna fresti yfir dýpið sem hann hélt sig á og einnig um sjávarhitann hverju sinni. Þær mælingar gáfu einstaka sýn á ferðir fiskisins með hliðsjón af dýpi bæði í lok hrygningar og yfir ætisgönguna í framhaldinu.

Út og suður, norður og niður

Gögnin sem gervitunglamerkin söfnuðu yfir landfræðilega dreifingu þorskanna og dýpið sem þeir fóru um sýndu að ferðir fiskanna voru út og suður, norður og niður. Því leiðir þeirra lágu suður fyrir land og vestur og norður af landinu allt að 600 km frá merkingarstaðnum og niður á meira en 400 metra dýpi (sjá kort).

Fróðlegt er að skoða hve landfræðileg dreifing fiskanna var mikil í ljósi þess að þeir voru allir veiddir í sömu trossuna en á þeim tíma voru þeir enn hrygnandi. Þegar mæligögnin eru skoðuð sést að flestir fiskanna eru komnir á ferðaról þegar kemur fram í þriðju til fjórðu viku maí og þá má ætla að ætisgangann sé formlega hafin hjá þeim. Einn þorskanna var kominn 315 km leið austur í Skaftárdjúp einum mánuði eftir merkingu en hinir fiskarnir hófu ætisgönguna allir á svipaðan hátt, þ.e.a.s. dvöldu vestur og norðvestur af landinu yfir sumarmánuðina að mestu. Helsti munurinn á þeim fiskum lá í því hversu norðarlega þeir gengu og hve snemma þeir gengu norður með landinu. Meirihluti þeirra nýtti sér ætisslóðina vestur og norðvestur af Vestfjörðum hluta af sumrinu en tveir fiskanna héldu sig hinsvegar á þeim tíma suðvestur og suður af landinu. Einn fiskanna sem nýttu sér ætisslóðina undan Vestfjörðum fór í kjölfarið austur á Sléttugrunn norður af Melrakkasléttu.

“

Með þessu móti fást gögn um hegðun og umhverfi fiskanna án þess að endurveiða þá.

Dýpið sem þorskurinn hélt sig á

Þegar litið er á hámarksdýpið sem þorskurinn fóru um á ferðum sínum á tímabilinu maí-nóvember þá er ljóst að meirihluti fiskanna hélt til á landgrunninu (< 200 m botndýpi) en hluti þeirra losaði merkin reyndar snemmsumars og hefði því getað breytt út af síðar ef þeir hefðu fengið tækifæri til þess. Þessi landgrunnssækni gildi um 6 fiska þó svo að þrír þeirra færu í skammvinnar ferðir fram af landgrunnbrúninni (> 200 m). Þeir tveir þorskar sem leituðu á dýpri mið upplifðu á köflum skarpan mun á sjávarhita á skömmum tíma sem vitnar um dvöl þeirra á straumaskilum. Annar þeirra var strax í lok maí kominn alla leið norður á móts við Vestfirði þar sem hann skutlaði sér tímabundið niður fyrir 400 m dýpi þar sem var um 1°C sjávarhiti.

Eitt af því sem gögnin sýna er rólið á þorskinum innan sólarhringsins hvað dýpið varðar sem hann fer um. Almennt sýna ferðir fiskanna sem skráðar voru á rannsóknatímabilinu frá sumarbyrjun og fram á fyrrihluta vetrar að þorskurinn upplifði gjarnan 20-50 m mun í dýpi innan sólarhringsins en stöku sinnum var munurinn meiri og þá gjarnan í kringum 100 m. Einn fiskanna sýndi þó afgerandi meiri breytileika í þessum efnun en dýptartilfærsla hans var allt að 250 m innan sólarhringsins. Í þessu sambandi er nauðsynlegt að muna að þessar hressilegu hreyfingar þorsksins á milli dýptarlaga geta verið af ýmsum toga, m.a. endurspeglad ferðir fiskanna eftir bröttum hliðum sjávarbotnsins. Það var



Þorskur með gervitunglamerki sem flýtur yfir fiskinum.

einmitt raunin hjá þorski sem dvaldi á hafsvæðinu við Grænlandssund þar sem er að finna snarbrattar sjávarbotnshlíðar úti af landgrunninu en þar hafði hluti fiskanna skemmri eða lengri viðdvöl. Viðdvöl fiska á því svæði og þar norður af endurspegladist meðal annars í lágum sjávarhita sem þeir upplifðu og dæmi var um að fiskur færi í skamma stund um undirkældan sjó þar sem hitinn skreið rétt undir núllið.

Jónas í hvalnum

Gögn frá gervitunglamerki af einum þorskanna sýndu að þegar þorskurinn hafði borið merkið í tæpa fimm mánuði var hann étinn af búrhuval á 250-350 m dýpi. Þar með fór rannsóknin á þorskinum yfir í það að vera hvalarannsókn. Merkið var í hvalnum í rúman mánuð þar til hann skilaði því frá sér og það flaut upp á yfirborðið. Nokkrum dögum seinna hófust svo sendingar frá merkinu upp í gervitungl, samkvæmt áætlun. Merkið safnaði þannig gögnum yfir ferðir þorsksins allt fram í andlát hans tæpum 5 mánuðum eftir merkingu hans og síðan yfir þann mánuð sem það staldraði við í iðrum hvalsins. Gögnin sem hér fengust um át búrhuvalsins á þorskinum eru einstök á veraldarvísu. Auk þess að staðfesta afrán búrhuvala á golþorskum þá fengust einstakar upplýsingar um hegðun hvalsins meðal annars yfir ætisöflun hans á miklu dýpi allt niður á meira en 800 m dýpi. Það mynstur sem var í sundi búrhuvalsins niður í dýpri lög og dýpið

sem hann fór um í þeim ferðum var einmitt það sem gerði kleift að ákvarða að um búrhuval að ræða. Viðmiðin í þeim efnun voru ekki tiltæk frá norðanverðu N-Atlantshafi og því einstaklega gagnlegt að fá þessar upplýsingar um hegðun búrhuvala á þeirri slóð. Meðfylgjandi mynd gefur innsýn í hve hvalurinn var virkur í sundi sínu um dýpri lög en algengt var að hann færi tvisvar sinnum á klukkustund niður á 200- 400 metra dýpi en á mælitímabilinu sást einnig að hann tók sér inn á milli hvíld frá þeim sunddýfum á yfirborðinu.

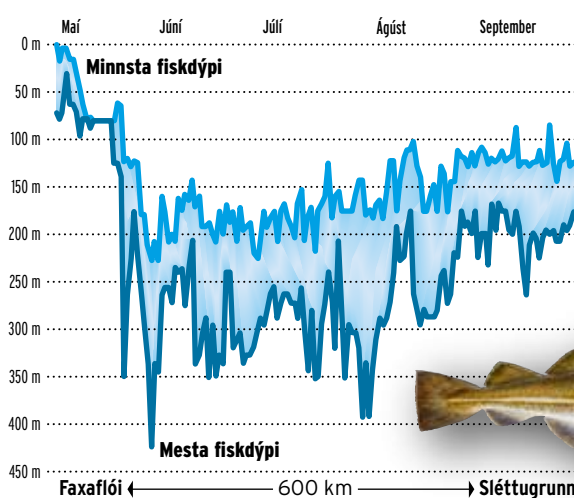
Frekari gagnasöfnun með merkjunum mun án efa skila upplýsingum um afrán af sama meidi af hálfu hvala almennt og mögulega öðrum stærri sjávarspendýrum sem innbyrt gætu gervitunglamerki við afrán á þorskum og öðrum fiskum. Slíkra gagna er nánast ómögulegt að afla eftir öðrum leiðum.

Áframhald rannsóknanna

Laxfiskar vinna nú að því að fjármagna frekari rannsóknir á þorski og öðrum nytjafiskum sem byggja á notkun gervitunglamerkja. Víst er að slíkar rannsóknir eiga eftir að gefa mikið af nýjum gagnlegum upplýsingum sem nýtast einkar vel með þeim upplýsingum sem aflað er með hefðbundnari rannsóknnaðferðum. Í þessu sambandi er rétt að benda áhugasömum aðilum svo sem útgerðaraðilum á það að Laxfiskar bjóða upp á merkingar fiska með gervitunglamerkjum ef menn sjá sér hag í því.

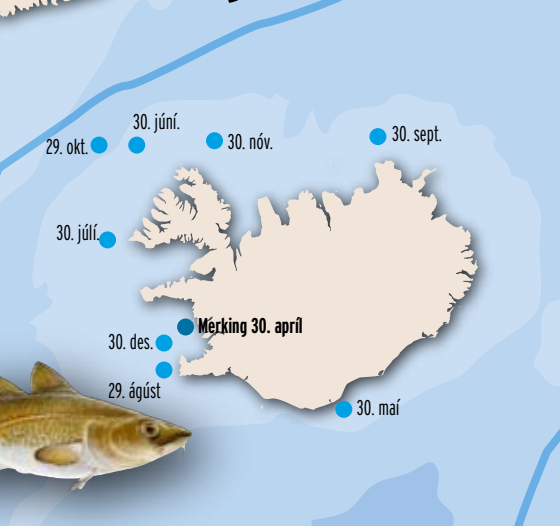
Fiskidýpi

Þorskur 5 - Hængur
Lengd: 124 cm
Mælingar á 10 mínútna fresti



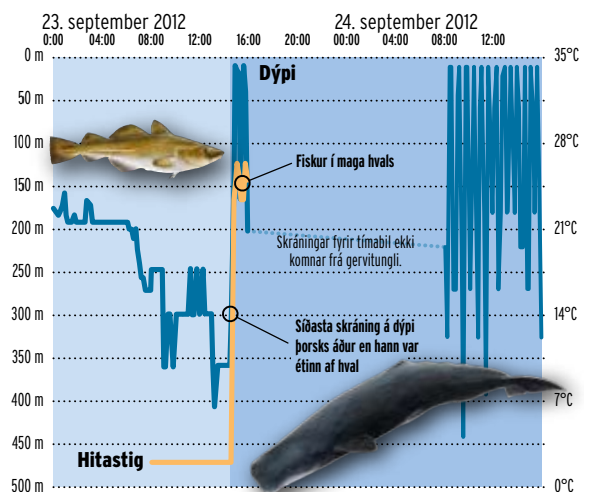
Gönguhegðun þorsks með hliðsjón af minnsta og mesta dýpi sem hann fór um á hverjum sólarhring frá deginum eftir merkingu fram til þess að gervitunglamerkið var losað af fiskinum. Stærð fiskisins er tilgreint, kyn hans, mælitíðni merkis og heiti svæðis ar sem fiskurinn var þegar merkið var losað. Stysta sjóleið á milli merkingarstaðar og losunarstaðar er tilgreind.

Flakk í kringum landið



Loftmyndakortið sýnir hvar merking þorska með gervitunglamerkjum fór fram og hvar fiskarnir voru þegar merkin komu upp.

...alveg oní magann fór



Myndin sýnir ferðir þorsks með hliðsjón af dýpi fiskisins og hitanum á þeirri slóð síðustu klukkustundirnar fyrir andlát hans 23. september 2012 (mælingar á 10 mínútna fresti). Myndin sýnir einnig að þennan dag endar þorskurinn í hvalskjaftri á nálægt 300 m dýpi sem var síðasta skráða dýpið á þorskinum. Eftir að hvalurinn innbyrðir þorskin hækkar hitastigið hressilega enda er merkið þá í maga hvalsins. Gervitunglamerkið átti síðar eftir að festast tímabundið aftar í meltingarveginum þar sem mælingar sýndu hærri hitatölur, m.a. sambærilegar við líkamshita hvalsins en inntaka ætis og tilheyrandi sjávarsopa lækkuðu hitann á milli. Á mæliferlinum yfir dýpið má sjá mynstrið í kafsundi hvalsins bæði 23. september og síðan 24. september til viðmiðunar.