

Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit nr. 142

Mælingar á brottkasti botnfiska 2007

Ólafur K. Pálsson¹, Höskuldur Björnsson¹, Ari Arason², Eyþór Björnsson², Guðmundur Jóhannesson² og Þórhallur Ottesen²

¹Hafrannsóknastofnunin, Skúlagata 4, 121 Reykjavík

²Fiskistofa, Dalshraun 1, 220 Hafnarfjörður

og

Göngur þorsks á Íslandsmiðum kannaðar með GPS staðsetningu, bergmálstækni og rafeindamerkjum

Ólafur K. Pálsson¹, Vilhjálmur Þorsteinsson¹ og Sigmar Guðbjörnsson²

¹Hafrannsóknastofnunin, Skúlagata 4, 121 Reykjavík

²Star-Oddi LTD, Vatnagarðar 14, 104 Reykjavík

Reykjavík 2008

Efnisyfirlit

Mælingar á brottkasti botnfiska 2007	5
Ágrip/Abstract	5
Inngangur	6
Gögn og aðferðir	6
Brottkast þorsks.....	8
Brottkast ýsu.....	9
Brottkast ufsa og gullkarfa.....	10
Umfjöllun	10
Þakkir	15
Heimildir	15
Viðaukar	16
Göngur þorsks á Íslandsmiðum kannaðar með GPS-staðsetningu, berg- málstækni og rafeindamerkjum	19
Ágrip/Abstract	19
Inngangur	21
Gögn og aðferðir	21
Niðurstöður	23
Umræða og ályktanir	28
Þakkir	30
Heimildir	30

Mælingar á brottkasti botnfiska 2007

ÁGRIP

Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Ari Arason, Eyþór Björnsson, Guðmundur Jóhannesson og Þórhallur Ottesen. *Mælingar á brottkasti botnfiska 2007. Haffrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 142.* Í þessari grein er lýst helstu niðurstöðum mælinga á brottkasti botnfiska, sem fram fóru árið 2007. Mælingar á brottkasti beindust einkum að þorsk- og ýsuveiðum í helstu veiðarfæri, en einnig að ufsa og gullkarfa í botnvörpuveiðum. Mælingar á öðrum tegundum voru ekki nægilega umfangsmiklar til að meta brottkast með viðunandi hætti. Brottkast þorsks var 2419 tonn árið 2007 eða 1,51% af lönduðum aflu, og er það næst hæsta gildi tímabilsins 2001-2007. Brottkast ýsu var 2167 tonn eða 2,04% af lönduðum aflu, og er það lægsta hlutfall brottkasts ýsu 2001-2007. Brottkast ufsa og gullkarfa var ekki mælanlegt. Árlegt meðalbrottkast þorsks tímabilið 2001-2007 var 2224 tonn eða 1,17% af lönduðum aflu. Meðalbrottkast ýsu var 2674 tonn eða 3,82%. Samanlagt brottkast þorsks og ýsu var 4586 tonn árið 2007, en að jafnaði 4898 tonn 2001-2007, eða 1,83% af lönduðum aflu þessara tegunda. Í fiskum talið var brottkast þorsks 2001-2007 um 1,9 millj. fiska að jafnaði eða 2,98% af meðalfjölda landaðra fiska, en brottkast ýsu var um 4,3 millj. fiska eða 8,50%. Samanlagt brottkast þessara tegunda var því um 6,2 millj. fiska á ári að jafnaði 2001-2007.

ABSTRACT

Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Ari Arason, Eyþór Björnsson, Guðmundur Jóhannesson and Þórhallur Ottesen. *Discards in demersal Icelandic fisheries 2007. Marine Research Institute, report series no. 142.* This report describes the results of discarding measurements carried out in Icelandic fisheries 2007. The data collection was mainly directed towards main fisheries for cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) and towards saithe (*Pollachius virens*) and golden redfish (*Sebastes marinus*) in demersal trawl fisheries. Sampling for other species was not sufficient to warrant a satisfactory estimation of discarding. Cod discards amounted to 2419 metric tons, 1.51% of landings, the second highest value over the period 2001-2007. Haddock discards were 2167 tons, 2.04%, the lowest proportion recorded during 2001-2007. No discarding was recorded for saithe and golden redfish. Mean annual discard of cod over the period 2001-2007 was 2224 tons, 1.7% of landings. Mean annual discard of haddock was 2674 tons, 3.82%. The combined discard of cod and haddock was 4586 tons in 2007, but 4989 tons on average 2001-2007, or 1.83% of cod and haddock landings. By numbers cod discards 2001-2007 averaged 1.9 mill. fish, 2.98% of numbers landed, and haddock discards averaged 4.3 mill. fish, 8.50%. The combined annual discards of both species averaged 6.2 million fish 2001-2007.

INNGANGUR

Sérstakar mælingar á brottkasti í fiskveiðum hér við land hófust árið 2001 og hefur verið fram haldið síðan (Ólafur K. Pálsson o.fl. 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007). Mælingar á brottkasti hafa m.a. þann tilgang að meta umfang brottkasts. Brottkaststölur er unnt að taka inn í stofnmat og taka þannig tillit til fiskveiðidauða af þessum toga. Það hefur þó ekki verið gert, þar sem sjö ára gagnaröð telst ekki nægilega löng til að hafa marktækt notagildi í stofnmati.

Frá upphafi hafa þessar mælingar einkum beinst að þorski og ýsu og náð til helstu veiðarfæra, þ.e. línu, neta, dragnótar og botnvörpu. Frá 2002 hafa einnig verið talsverðar mælingar á ufsa og gullkarfa í botnvörpuveiðum. Mælingar á öðrum tegundum hafa verið takmarkaðar og sjaldnast nægilegar til að meta brottkast. Mælingar á árinu 2004 dugðu þó til að meta brottkast skarkola í dragnótaveiðum. Brottkast þorsks í handfæraveiðum var metið árin 2005-2006.

GÖGN OG AÐFERÐIR

Aðferðin sem beitt er til að meta brottkast er háð því að tiltækar séu lengdarmælingar á afla upp úr sjó annarsvegar (sjósýni), þ.e. áður en hugsanlegt brottkast á sér stað, og hinsvegar

Tafla 1. Fjöldi mældra fiska 2007 á sjó (sjósýni) og úr lönduðum afla (landsýni), eftir veiðarfærum.

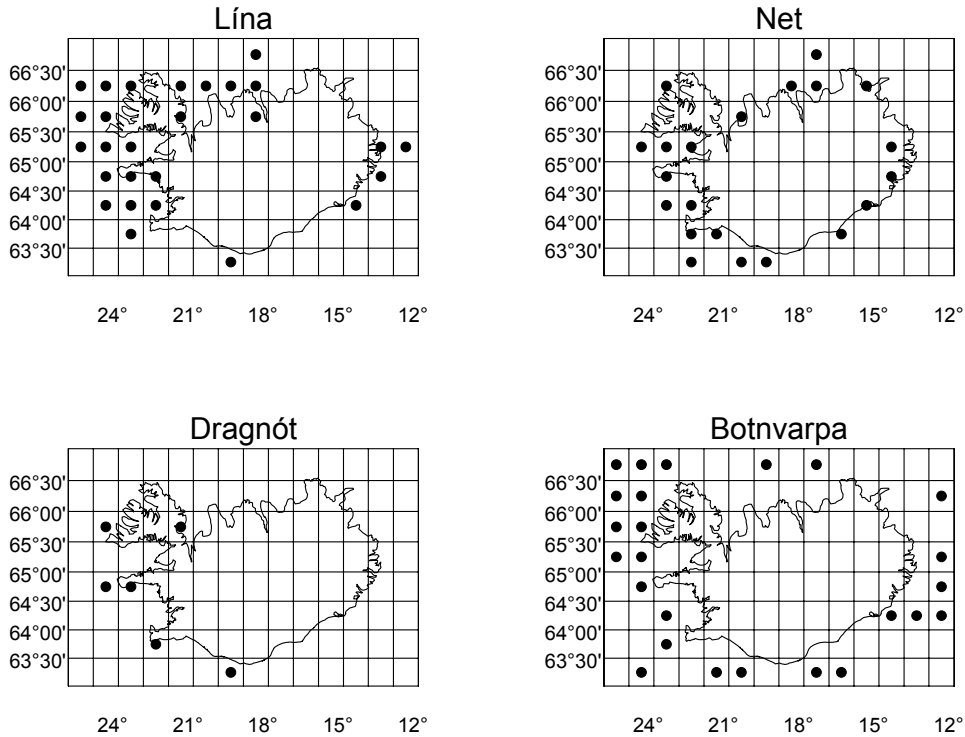
Table 1. Number of fish measured in 2007 at sea and from landings by species and gear.

Fisktegund/veiðarfæri <i>Species/gear</i>	Sjósýni <i>(At sea)</i>	Landsýni <i>(From landings)</i>	Alls <i>(Total)</i>
Þorskur (Cod)			
Lína (Longline)	22339	27571	49910
Net (Gillnet)	10084	10921	21005
Dragnót (Danish seine)	5285	5290	10575
Botnvarpa (Demersal trawl)	31135	13500	44635
Þorskur alls (Cod total)	68843	57282	126125
Ýsa (Haddock)			
Lína (Longline)	24071	28036	52107
Dragnót (Danish seine)	4817	10742	15559
Botnvarpa (Demersal trawl)	57249	13934	71183
Ýsa alls (Haddock total)	86137	52712	138849
Ufsi (Saithe)			
Botnvarpa (Demersal trawl)	19505	18777	38282
Gullkarfi (Golden redfish)			
Botnvarpa (Demersal trawl)	24018	14165	38183

lengdarmælingar á lönduðum afla (landsýni), þ.e. eftir að brottkast hefur farið fram. Með samanburði á slíkum lengdardreifingum, og með tilteknum útreikningum, er unnt að meta brottkast, þar sem mismunur lengdardreifinganna er mælikvarði á brottkast. Forsenda þessara útreikninga er að ekkert brottkast eigi sér stað eftir að tiltekinni lengd er náð. Aðferðin byggist þannig á því að brottkast sé lengdarháð og fiski (smáfiski) á tilteknu lengdarbili sé hent, að einhverju marki, en stærri fiskur hirtur. Ef þessi forsenda er ekki til staðar, þ.e. ef fiski er hent tilviljunarkennt án tillits til lengdar, t.d. skemmdum fiski, eða öllum fiski af tiltekinni tegund er hent, t.d. vegna kvótastöðu útgerðar, þá er aðferðin ónothæf til að meta slíkt brottkast. Brottkast af þeim toga væri því viðbót við brottkast sem mælt er með þessari lengdarháðu aðferð. Það brottkast sem lýst er í þessari skýrslu má því skilgreina sem lágmarksbrottkast á Íslandsmiðum. Aðferðafræðinni hefur verið lýst ítarlega á öðrum vettvangi (Ólafur K. Pálsson 2002, 2003) og er því ekki gerð frekari skil hér. Mat á brottkasti af öðrum toga krefst annarra gagna og aðferða en hér er beitt.

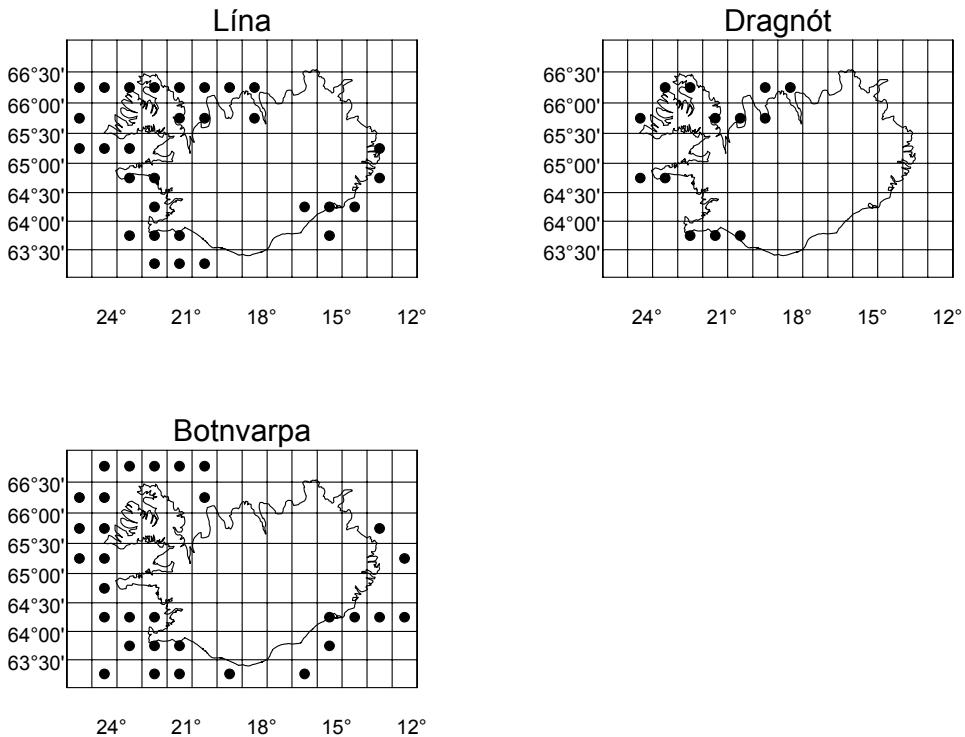
Gögnum var safnað úr helstu veiðarfærum fiskiskipaflotans, þ.e. línu, netum, dragnót og botnvörpu og beindist gagnasöfnunin einkum að helstu botnfisktegundum, þ.e. þorski, ýsu, ufsa og gullkarfa (1.-3. mynd, tafla 1). Mælingar voru einnig gerðar á ýmsum öðrum fisktegundum, t.d. skarkola, skrápflúru, sandkola og steinbít, en ekki í nægilegu umfangi til að meta brottkast með viðunandi hætti. Meginreglan við gagnasöfnun hjá dagróðrabátum var að velja báta af handahófi til mælinga. Mælt var úr tilteknum báti við löndun (landsýni) og síðan var farið með sama báti í næsta róður og mælt úr afla upp úr sjó (sjósýni). Þessi aðferð hefur reynst vel í dagróðraveiðum, einkum hjá netabátum og öðrum dagróðrabátum, en hentar síður í veiðum þar sem sjóferðir eru lengri og skipta jafnvel vikum, t.d. hjá togurum.

Við úrvinnslu gagna er meginreglan við val sýna sú að velja sýni úr brottkastsmælingum í þeim reitum (tilkynningaskyldureitum) þar sem bæði eru tiltækar mælingar á sjó (sjósýni) og úr lönduðum afla (landsýni). Þessu til viðbótar eru teknar mælingar í landi úr öðrum mæl-



1. mynd. Brottkastsmælingar á þorski eftir veiðarfærum og reitum 2007. Í hverjum merktum reit voru a.m.k. 90 fiskar mældir á sjó (sjósýni) og úr lönduðum aflu (landsýni). Heildarfjöldi mælinga er sýndur í töflu 1,

Fig. 1. Discard measurements of cod by gear and squares 2007. In each marked square at least 90 cod were measured at sea and from landings. Total number of measurements are given in Table 1.,



2. mynd. Brottkastsmælingar á ýsu eftir veiðarfærum og reitum 2007. Í hverjum merktum reit voru a.m.k. 90 fiskar mældir á sjó (sjósýni) og úr lönduðum aflu (landsýni). Heildarfjöldi mælinga er sýndur í töflu 1.

Fig. 2. Discard measurements of haddock by gear and squares 2007. In each marked square at least 90 fish were measured at sea and from landings. Total number of measurements are given in Table 1.

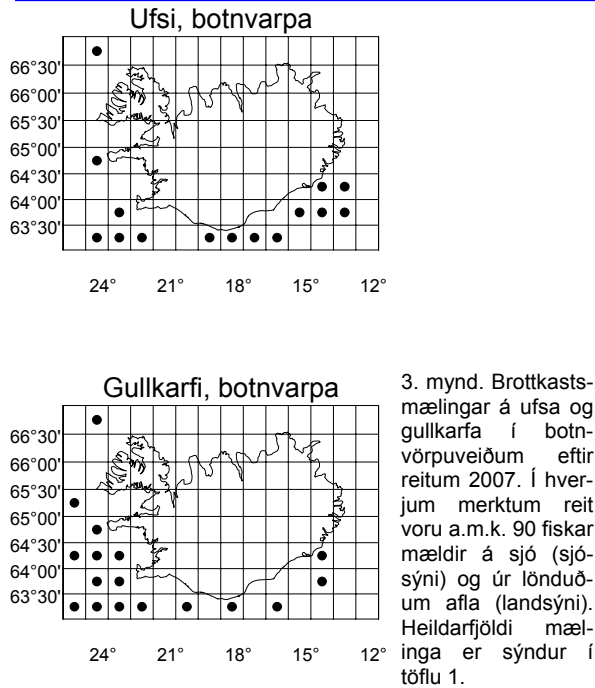
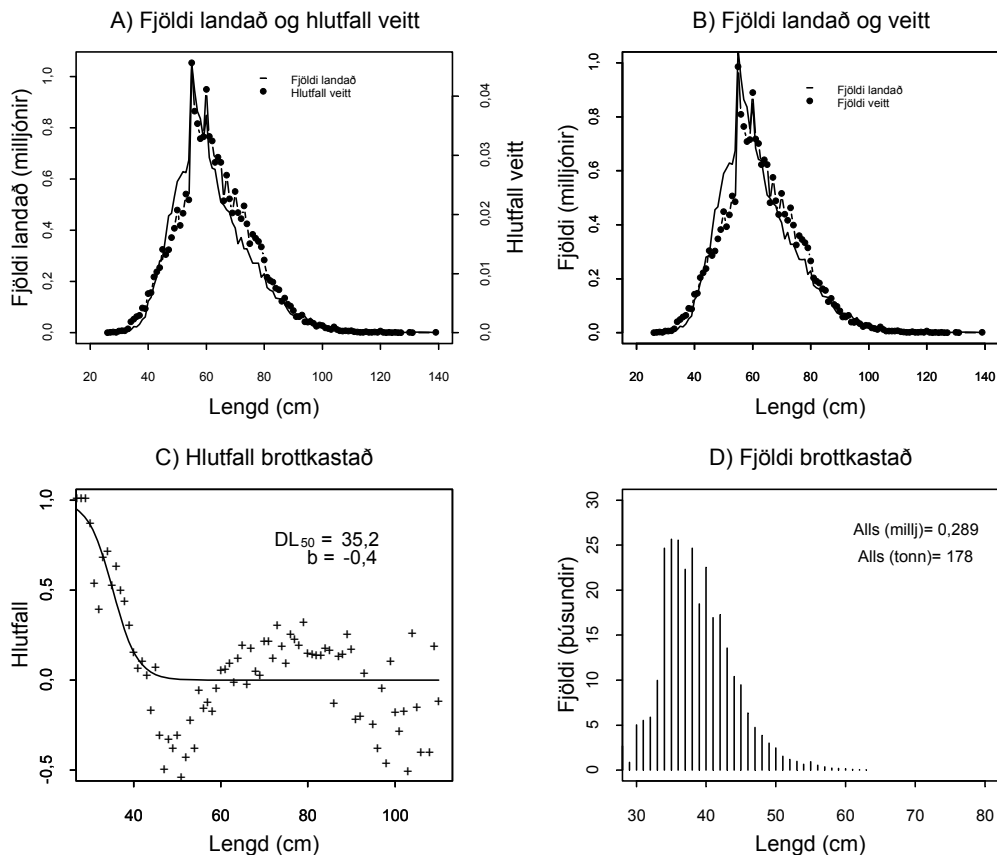


Fig. 3. Discard measurements of saithe and golden redfish by squares in the demersal trawl fishery 2007. In each marked square at least 90 fish were measured at sea and from landings. Total number of measurements are given in Table 1.

ingaverkefnum þar sem einnig eru tiltækar mælingar á sjó í viðkomandi reit, og er það gert til að styrkja hlut landsýna, sem er gjarnan rýrari en hlutur sjósýna. Í línuveiðum var sú aðferðafræði tekin upp á síðasta ári að skipta úrvinnslu gagna ársins 2006 upp eftir tveimur flotum, þ.e. í skip minni og stærri en 50 rúmlestir, þar sem slík skipting bætti úrvinnsluna talsvert. Slíku er ekki til að dreifa varðandi gögn ársins 2007 og er þessi skipting því ekki viðhöfð fyrir línuveiðar ársins 2007.

Brottkast þorsks

Brottkast þorsks í línuveiðum 2007 er sýnt á 4. mynd. Á mynd 4A má sjá annars vegar lengdardreifingu landaðs þorsks sem fjölda fiska og hins vegar lengdardreifingu veidds fisks sem hlutfall af heildarfjölda veiddra fiska. Mynd 4B sýnir báðar lengdardreifingarnar sem fjölda fiska. Eini munurinn á þessum myndhlutum er að í 4B er búið að breyta hlutfalli veidds fisks í fjölda veiddra fiska. Á mynd 4C má sjá hvernig brottkast breytist með lengd fisksins, þar sem 27-29 cm fiski er öllum hent



4. mynd. Brottkast þorsks í línuveiðum 2007. Fig. 4. Discarding of cod in the long-line fishery 2007. A) Numbers landed and proportion caught, B) Numbers landed and numbers caught, C) Proportion discarded, D) Length distribution of discards.

en 40 cm fiskur og stærri er nánast allur hirtur. Reiknistærðin DL_{50} , sem nefna mætti miðlengd brottkasts, er 35,2 cm, en við þá lengd er brottkast 50% af fjölda fiska. Á mynd 4D má loks sjá lengdardreifingu brottkastsins og er það að mestu takmarkað við 30 – 50 cm fisk í þessu tilviki. Brottkast þorsks á línu 2007 var alls 289 þúsund fiskar eða 178 tonn. Brottkastshlutfall (þyngd brottkasts/landaður afli) var 0,30% en var 1,81% árið 2006 (Ólafur K. Pálsson o.fl. 2007) og hefur því minnkað umtalsvert (tafla 1).

Brottkast þorsks í netaveiðum árið 2007 var 152 þúsund fiskar og 335 tonn (5. mynd). Brottkastshlutfall var 1,44% eða heldur lægra en árið 2006, þegar það var 1,79%. Eins og áður var brottkastsþorskur í netaveiðum mun stærri en brottkastsfiskur í önnur veiðarfæri. Brottkastsferillinn (5. mynd C) var auk þess fremur flatur sem leiðir af sér að nokkurt brottkast reiknast á fiski yfir 80 cm að lengd. Af 5. mynd C má þó ráða að nokkur skil verða á brottkastshlutfalli um 75 cm lengd og er því gert ráð fyrir að brottkasti linni við þá stærð (sbr. 5. mynd D).

Ráða má nokkuð í gæði gagnanna með því

að skoða hversu vel ferlarnir á mynd 5B falla saman, þ.e. ofan þess hluta sem brottkast á sér stað. Í lengdardreifingum þorsks í net falla ferlarnir mjög vel saman hjá fiski > 80 cm, enda má telja gagnasöfnun í þessum veiðum mjög góða hvað varðar samræmingu mælinga á sjó og úr lönduðum afla.

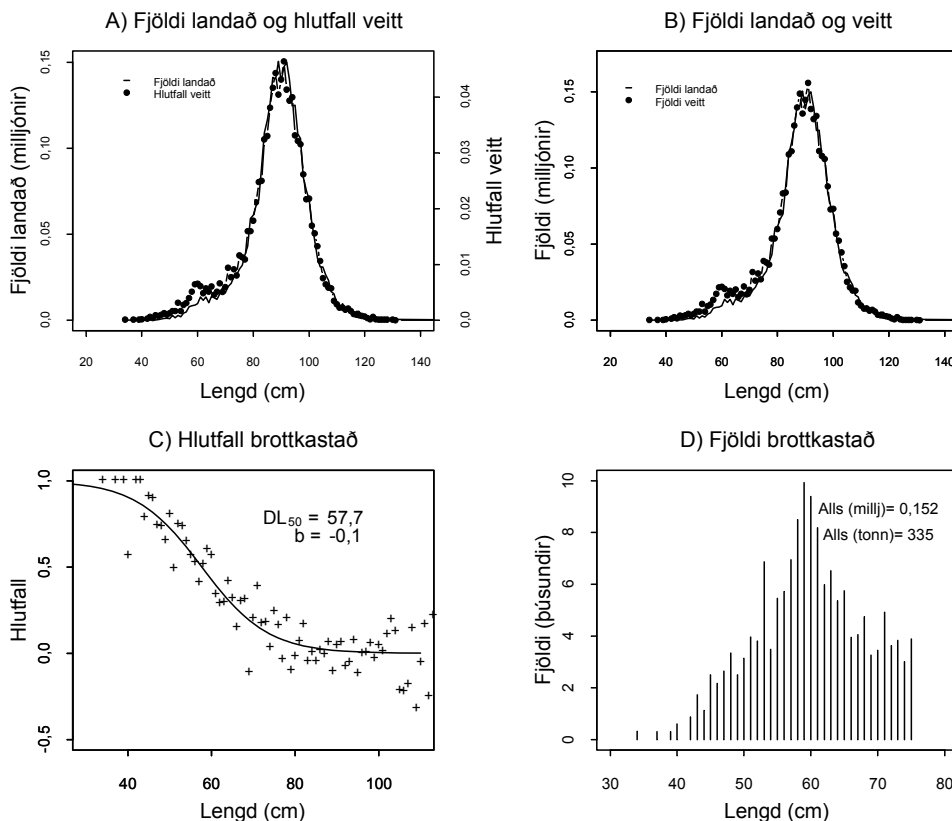
Brottkast þorsks í dragnót var fremur lítið árið 2007 eða 52 þúsund fiskar og 36 tonn og brottkastshlutfall 0,71% (6. mynd). Þetta er talsverð aukning frá 2006 en þá var brottkastið 0,35%

Brottkast þorsks í botnvörpu var það langmesta frá því mælingar hófust árið 2001 (7. mynd). Í heild nam brottkastið 1464 þúsund fiskum eða 1845 tonnum. Brottkastshlutfallið var 2,64% og er það mikil aukning frá 2006 þegar hlutfallið var 1,12%.

Brottkast ýsu

Ekkert brottkast mældist á ýsu í línuveiðum árið 2007 samkvæmt fyrirbyggjandi gögnum (8. mynd).

Brottkast ýsu í dragnót var 2,45 milljónir



5. mynd. Brottkast þorsks í netaveiðum 2007.

Fig. 5. Discarding of cod in the gillnet fishery 2007.

fiska eða 1690 tonn. Brottkastshlutfall var 13,16% og hækkaði mjög mikið frá fyrra ári, þegar það var 1,30% (9. mynd). Þetta er hæsta hlutfall brottkasts sem mælt hefur frá árinu 2001. Brottkastið beindist einkum að fiski minni en 45 cm.

Brottkast ýsu í botnvörpu var 969 þúsund fiskar eða 477 tonn (10. mynd). Brottkastshlutfall var 0,85% og hefur því minnkað mjög mikið frá árinu 2006, þegar það var 3,29%, og hefur ekki verið lægra frá því mælingar hófust. Brottkast í botnvörpu beindist einkum að ýsu minni en 40 cm.

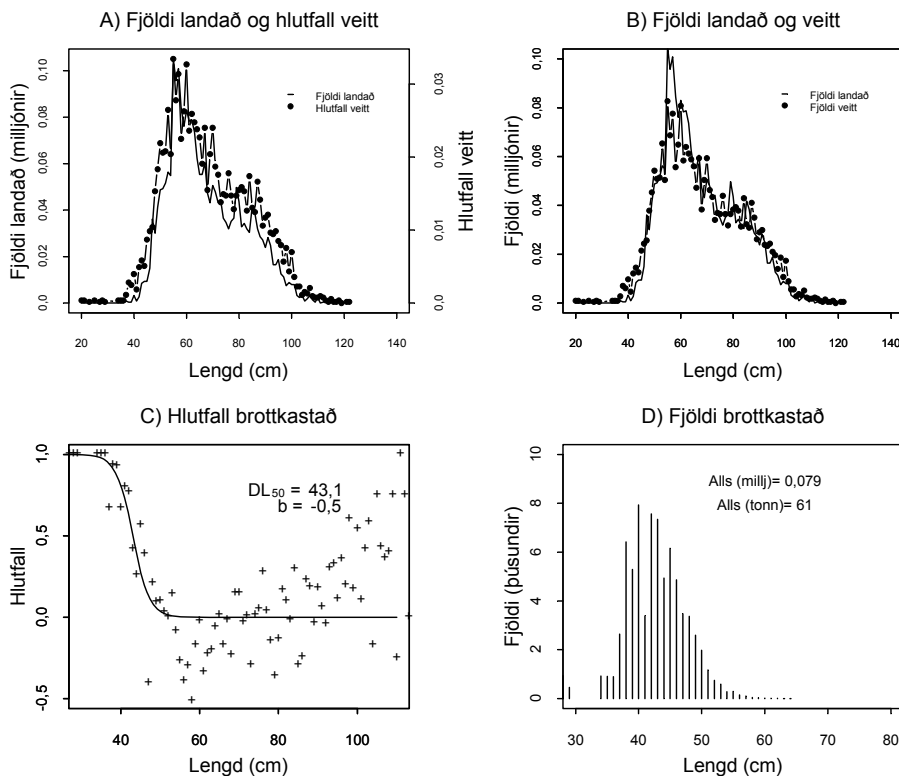
Brottkast ufsa og gullkarfa

Brottkast ufsa og gullkarfa í botnvörpu var ekki mælanlegt.

UMFJÖLLUN

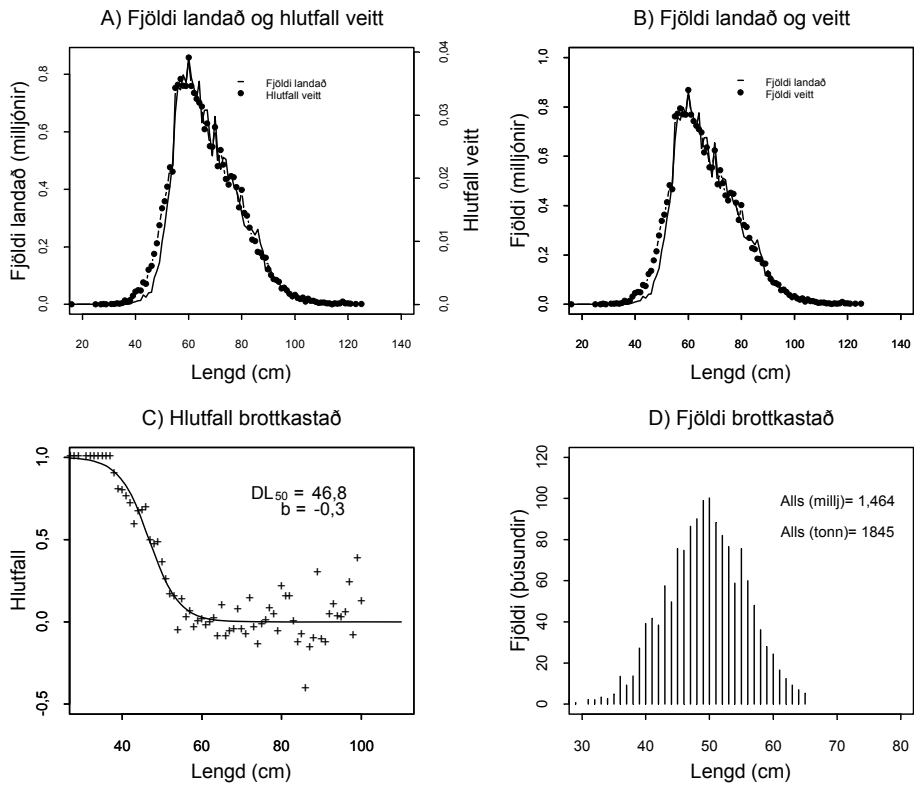
Brottkast þorsks í línuveiðum hefur oftast verið fremur lítið síðan brottkastsmælingar hófust eða 0,3-1,0% (11. mynd). Árið 2006 var brottkastið talsvert hærra eða 1,81%, en lækkaði síðan aftur 2007 og var að jafnaði 0,81%

tímabilið 2001-2007. Brottkast þorsks í net var fremur hátt 2001 og 2005 eða 3,0% og 3,4% en mun lægra hin árin eða 1,1-1,8%. Brottkast í net var að jafnaði 1,89% tímabilið 2001-2007. Brottkast þorsks í botnvörpu var mjög lágt skv. þessum mælingum fyrstu fjögur árin eða 0,3-0,5%, en hefur hækkað talsvert undanfarin ár og fór yfir 1% markið 2006 og var 2,6% 2007. Meðalgildi brottkasts þorsks í botnvörpu nemur 0,93%. Mesta breytingin hefur orðið á brottkasti þorsks í dragnótaveiðum en það var mjög hátt fyrstu tvö árin, eða 7,3% og 7,6%, en hefur verið mjög lágt seinustu fimm árin. Hlutfall brottkasts þorsks í heild lækkaði úr 1,8% 2001 í 0,5% árin 2003-2004, en hefur hækkað í 1,3-1,5% ný síðustu þrjú árin og var að jafnaði 1,17% yfir allt tímabilið (11. mynd). Brottkast þorsks í tonnum sýnir mjög sambærilega þróun og hlutfallslegt brottkast, og var 2224 tonn að jafnaði tímabilið 2001-2007 (13. mynd). Brottkast þorsks í fjölda fiska minnkaði fyrstu þrjú árin úr 2,7 í 0,9 millj. fiska, en jókst síðan í um 2,8 milljónir fiska til ársins 2006, en minnkaði í um 2,0 millj. fiska 2007. Að jafnaði var brottkastið um 1,9 millj. fiska 2001-2007



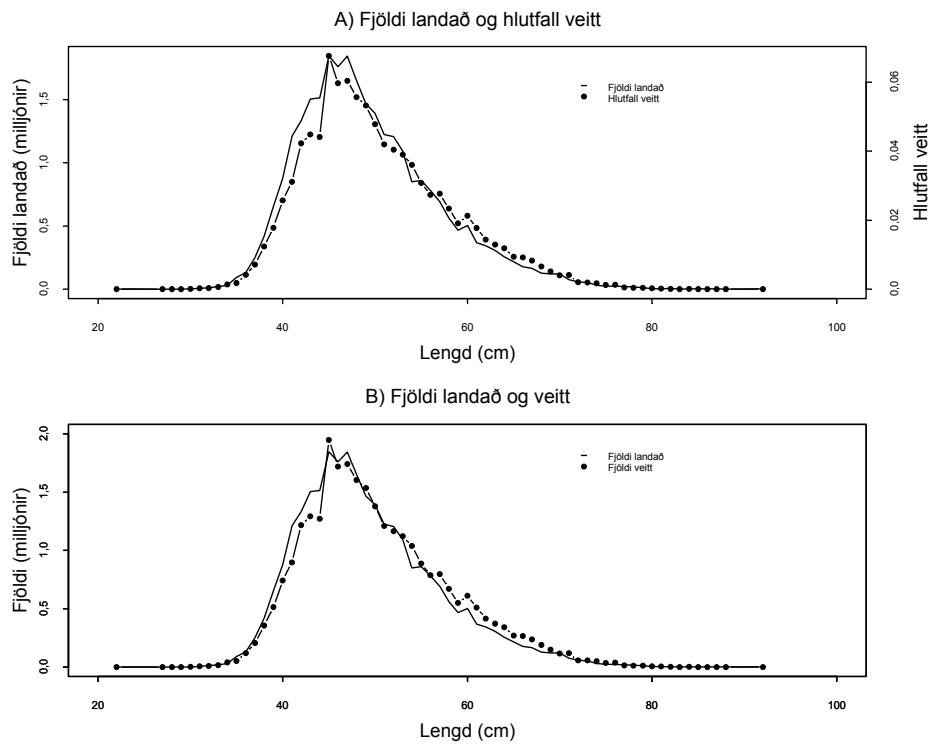
6. mynd. Brottkast þorsks í dragnótaveiðum 2007.

Fig. 6. Discarding of cod in the Danish seine fishery 2007.



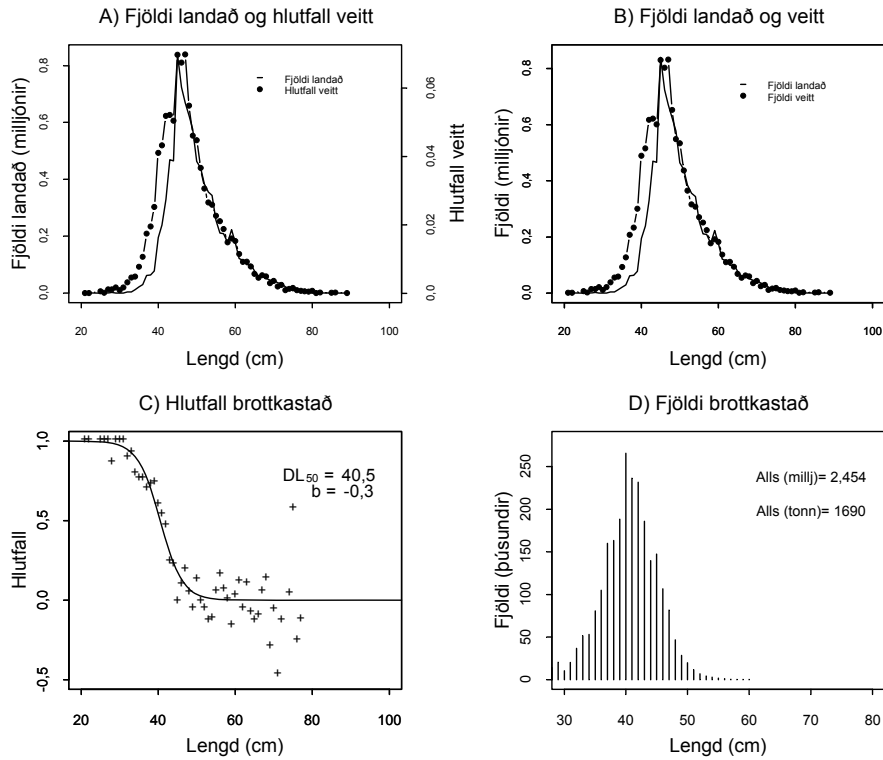
7. mynd. Brottkast þorsks í botnvörpuveiðum 2007.

Fig. 7. Discarding of cod in the demersal trawl fishery 2007.



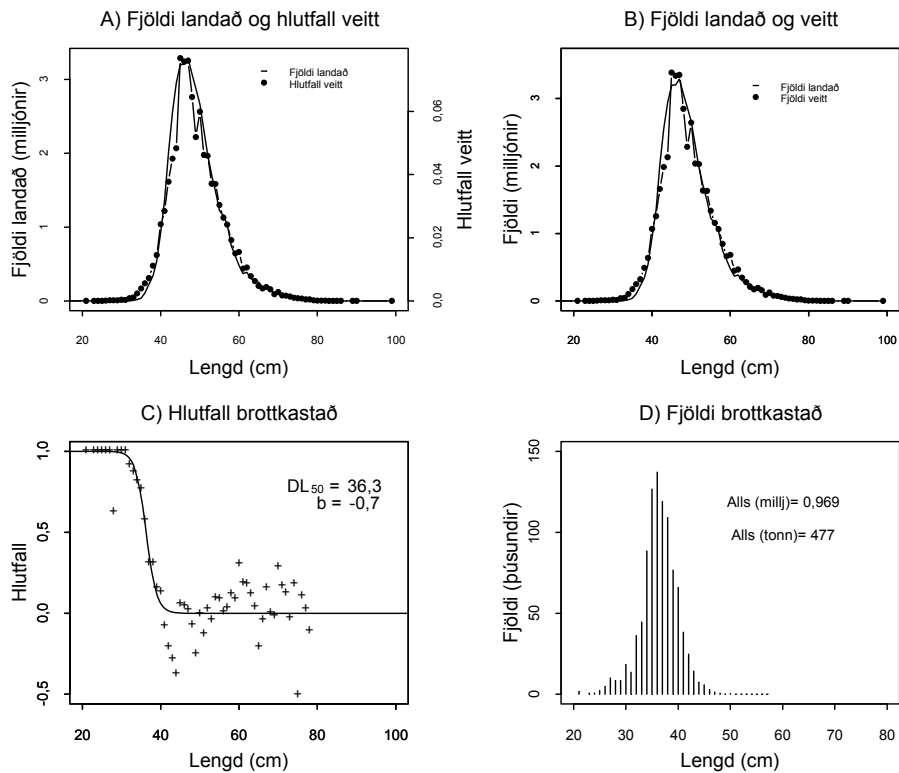
8. mynd. Brottkast ýsu í línuveiðum 2007.

Fig. 8. Discarding of haddock in the long-line fishery 2007



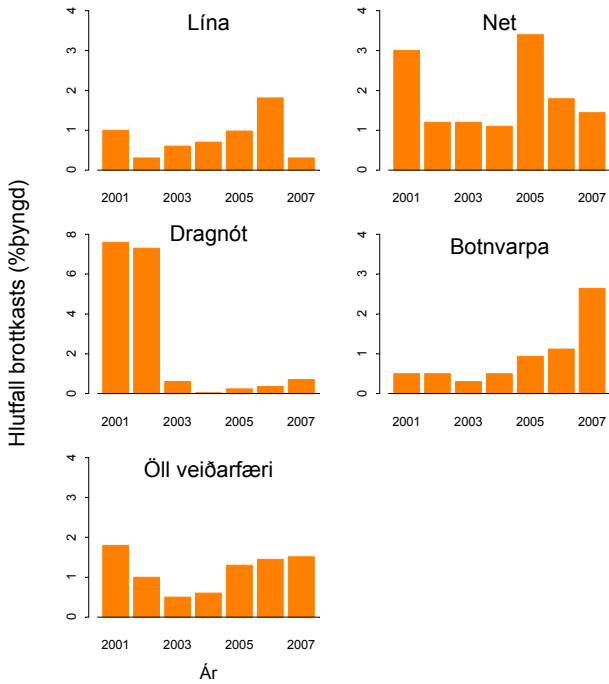
9. mynd. Brottkast ýsu í dragnótaveiðum 2007.

Fig. 9. Discarding of haddock in the Danish seine fishery 2007.



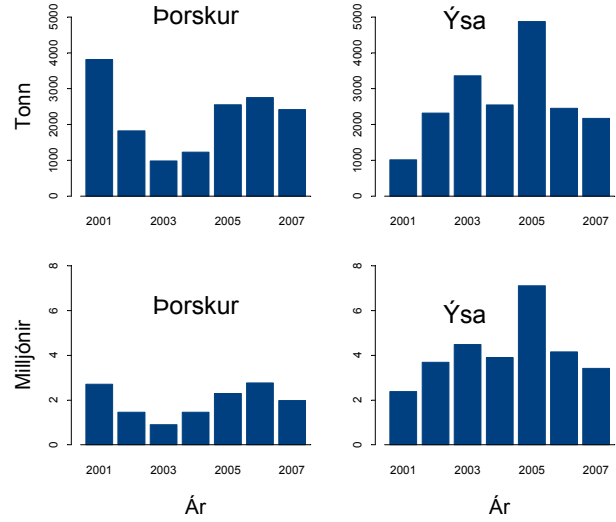
10. mynd. Brottkast ýsu í botnvörpuveiðum 2007.

Fig. 10. Discarding of haddock in the demersal trawl fishery 2007.



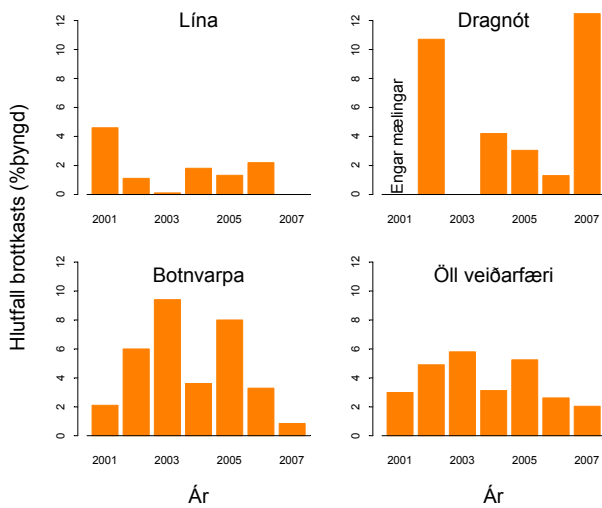
11. mynd. Brottkastshlutfall þorsks eftir veiðarfærum og í heild 2001- 2007.

Fig. 11. Discard rate of cod by gear 2001 - 2007.



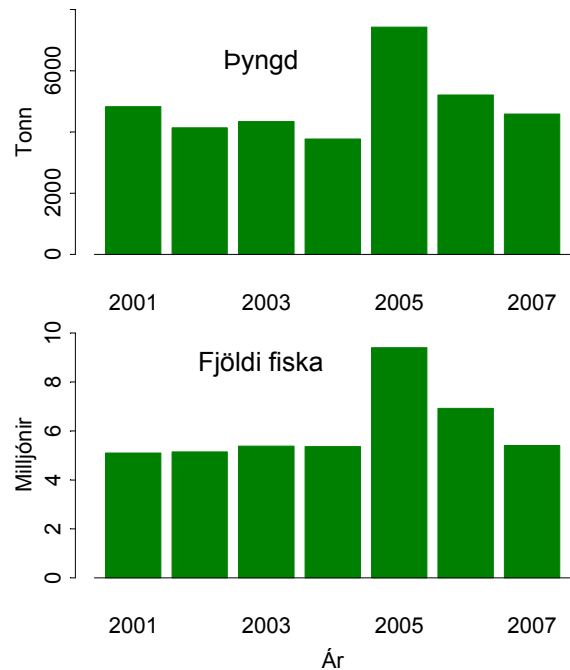
13. mynd. Heildarbrottkast þorsks og ýsu (tonn og fjöldi fiska) 2001 - 2007.

Fig. 13. Total discards of cod and haddock (metric tons and numbers) 2001 - 2007.



12. mynd. Brottkastshlutfall ýsu eftir veiðarfærum og í heild 2001 - 2007.

Fig. 12. Discard rate of haddock by gear 2001 - 2007.



14. mynd. Samanlagt brottkast þorsks og ýsu (þyngd og fjöldi fiska) 2001 - 2007.

Fig. 14. Summed discards of cod and haddock (weight and numbers) 2001 - 2007.

eða 3,0% af lönduðum fiskum (13. mynd, 3. tafla).

Brottkast ýsu hefur þróast með mismunandi hætti í þau þrjú veiðarfæri sem mælingar ná til (12. mynd). Í línuveiðum var brottkast með hæsta móti árið 2001, eða 4,5%, en hefur verið mun lægra síðan þá og ekkert árið 2007. Meðalbrottkast ýsu á línu var 1,59% tímabilið 2001-2007. Brottkast í dragnót hefur sveiflast mjög frá ári til árs. Það var mjög hátt eitt árið (2002), ekkert það næsta (2003), en lækkaði úr 4,2% 2004 í 1,3% 2006. Árið 2007 var brottkastshlutfall ýsu í dragnót það hæsta sem mælst hefur í fiskveiðum hér við land frá 2001 eða 13,2%. Meðalbrottkast ýsu í dragnót var 5,4% tímabilið 2002-2007. Brottkast ýsu í botnvörpu jókst mjög 2001-2003 og var mest 9,4% 2003, en hefur lækkað mikið síðustu þrjú árin. Meðalbrottkast ýsu í botnvörpu var 4,70%. Brottkast í botnvörpuveiðunum var helsta uppspretta ýsubrottkasts þar til árið 2007 þegar dragnótaveiðar urðu yfirgnæfandi í þessu tilliti, þrátt fyrir að ýsuafli sé lítil í það veiðarfæri. Hlutfall brottkasts ýsu í heild fór vaxandi fyrstu þrjú ár þess tímabils sem mælingar ná yfir og var mest 5,8% árið 2003, en hefur í stórum dráttum farið minnkandi síðan og náði lágmarki, 2,0%, árið 2007, en var að jafnaði 3,82% 2001-2007 (12. mynd). Brottkast ýsu í tonnum jókst úr rúmum 1000 tonnum 2001 í 3356 tonn 2003 og 4871 tonn 2005, en var mun lægra 2006-2007 (13. mynd). Meðalbrottkast ýsu var 2674 tonn tímabilið 2001-2007. Brottkast ýsu í fjölda fiska jókst fyrstu árin en hefur verið í námunda við 4 milljónir fiska á ári síðan, að undanskildu árinu 2005, þegar það varð rúmar 7 millj. fiska. Að jafnaði var um 4,2 millj. ýsa kastað árlega 2001-2007 eða 8,50% af lönduðum ýsum (13. mynd, 3. tafla).

Sérstakar mælingar á brottkasti í fiskveiðunum hafa nú staðið yfir í sjö ár. Aðferðin sem beitt er við þessar mælingar er talin henta vel til að meta kerfisbundið, lengdarháð brottkast, t.d. brottkast á smáfiski, undir 50 cm að lengd. Brottkast hefur einkum mælst hjá ýsu og þorski, en hjá ufsa og gullkarfa hefur það ekki mælst svo nokkru nemi. Umfang mælinga hefur aðeins dugað til að meta brottkast hjá skarkola í flokki minni nytjastofna. Brottkast í þeim flokki hefur ekki reynst mikið í tonnum, enda þótt það geti verið hlutfallslega svipað og hjá þorski og ýsu.

Í tonnum talið er brottkast þorsks og ýsu svipað eða 2224 tonn hjá þorski og 2674 tonn hjá ýsu að meðaltali 2001-2007. Í fjölda fiska talið er brottkast ýsu mun meira eða 4,2 millj. fiska að jafnaði, en 1,9 millj. fiska hjá þorski. Brottkast ýsu sem hlutfall af lönduðum afla (tonn) er einnig mun hærra, eða 3,82% miðað við 1,17% hjá þorski og sem hlutfall af fjölda landaðra fiska er brottkast ýsu enn fremur mun hærra eða 8,5% miðað við 3,0% hjá þorski. Að öllu samanlögðu má því álykta að helsti vandi brottkasts lúti að veiðum á ýsu en brottkast á þorski sé í öðru sæti í þessu efni.

Samanlagt brottkast þessara tegunda fór minnkandi í þyngd (tonnum) fyrstu fjögur ár mælinga, eða úr um 4800 tonnum í um 3800 tonn. Árið 2005 var samanlagt brottkast mjög hátt eða um 7400 tonn en hefur verið mun lægra síðustu tvö árin. Að jafnaði var samanlagt brottkast um 4900 tonn 2001-2007. Í fiskum talið var samanlagt brottkast þorsks og ýsu svipað 2001-2004 og 2007 eða um 5 milljónir fiska, en var mun hærra 2005-2006 eða 9,4 og 6,9 millj. Að jafnaði var brottkast beggja tegunda um 6,1 millj. fiska á ári (14. mynd, 3. tafla).

Aðgerðir á sviði veiðistýringar sem helst koma til álita til að lágmarka brottkast ýsu eru svæðalokanir eða aðrar veiðitakmarkanir á helstu uppeldissvæðum ýsu eða þar sem saman fara uppeldisslóð og veiðislóð ýsu.

ÞAKKIR

Veiðieftirlitsmenn Fiskistofu önnuðust gagnasöfnun um borð í fiskiskipum og í fiskvinnslum. Starfsmenn Hafrannsóknastofnunarinnar önnuðust gagnaskráningu og aðra meðhöndlun gagna í landi.

HEIMILDIR

Ólafur K. Pálsson 2002. Brottkast ýsu á Íslandsmiðum metið með lengdarháðri aðferð. *Ægir* 95(3): 32-37.

Ólafur K. Pálsson 2003. A length based analysis of haddock discards in Icelandic fisheries. *Fisheries Research* 59: 437-446. (<http://www.sciencedirect.com>).

Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Ari Arason, Gísli R. Gíslason, Guðmundur Jóhannesson og Sigurjón Aðalsteinsson 2002. Brottkast þorsks og ýsu 2001. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 90, 18 bls. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/brottk2001.pdf>).

Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Ari Arason, Gísli R. Gíslason, Guðmundur Jóhannesson og Sigurjón Aðalsteinsson 2003. Mælingar á brottkasti botnfiska 2002. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 94, 29 bls. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/brottk2002.pdf>)

Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Guðmundur Jóhannesson, Ari Arason, Hrefna Gísladóttir og Þórhallur Ottesen 2004. Mælingar á brottkasti botnfiska 2003. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 103: 3-23. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/brottk2003.pdf>)

Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Guðmundur Jóhannesson, Ari Arason, Hrefna Gísladóttir og Þórhallur Ottesen 2005. Mælingar á brottkasti botnfiska 2004. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 117: 3-23. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/brottkast2004.pdf>)

Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Guðmundur Jóhannesson, Ari Arason, Hrefna Gísladóttir og Þórhallur Ottesen 2006. Mælingar á brottkasti botnfiska 2005. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 127: 5-18. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/brottkast2005.pdf>)

Ólafur K. Pálsson, Ari Arason, Eyþór Björnsson, Guðmundur Jóhannesson, Höskuldur Björnsson, og Þórhallur Ottesen 2007. Mælingar á brottkasti botnfiska 2006. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 134: 5-17. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/brottkast2006.pdf>)

Viðaukar/appendix

Tafla 3. Brottkast þorsks og ýsu í fjölda fiska 2001-2007. Heildarafli og afli í þau veiðarfæri sem brottkastsmælingar ná til (viðkomandi veiðarfæri). Fjöldi landaðra fiska alls ("catch in numbers") og í viðkomandi veiðarfæri. Fjöldi brottkastaðra fiska skv. brottkastsmælingum (fjöldi (þús.) og sem hlutfall af fjölda landaðra fiska í viðkomandi veiðarfæri (% af C_n).

Table 3. Discards of cod and haddock 2001-2007 by numbers (thousands) and as a proportion of numbers landed from gear sampled (% of C_n).

Þorskur	Afli (tonn) (Catch (tonnes))		Fjöldi landað (C) (Numbers landed)		Brottkast (Discards)		
	Ár (Year)	Heildarafli (Total catch)	Í viðkom. vf. (Gear sampled)	Alls (Total)	Viðk. vf. (Gear sampled)	Fjöldi (þús.) (Nos. thous.)	% af C_n (% of C_n)
	2001	234085	214353	77518	70984	2712	3,82
	2002	207466	185631	69003	61741	1457	2,36
	2003	200443	182493	71375	64983	899	1,38
	2004	220057	203070	78718	72641	1458	2,01
	2005	207972	204383	69499	68300	2294	3,36
	2006	193424	190587	64683	63734	2768	4,34
	2007	167007	160697	57659	55480	1984	3,58
Meðalgildi						1939	2,98
		Afli		Cn		Brottkast	
Ýsa	Heildarafli	Í viðk. vf.	Alls	Viðk. vf.	Fjöldi (þús.)	% af cn	
	2001	39042	36631	29628	27798	2380	8,56
	2002	49591	47033	37614	35674	3685	10,33
	2003	59984	57579	40755	39121	4483	11,46
	2004	83791	81195	54683	52989	3897	7,35
	2005	95859	92956	64357	62408	7102	11,38
	2006	96115	94411	67271	66078	4152	6,28
	2007	109965	106124	86514	83492	3432	4,11
Meðalgildi						4162	8,50

Tafla 2. Landaður afli (tonn), brottkast (fjöldi fiska og þyngd) og brottkast sem hlutfall (%) af lönduðum aflu þorsks, ýsu, ufsa og gullkarfa eftir veiðarfærum 2007.

Table 2. Landings (tonnes), discards in numbers (thousand fish) and weight (tonnes) and as a proportion (%) of landings, by species and gear 2007.

Fisktegund (Species)	Veiðarfæri (Gear)	Afli (tonn) (Landings)	Brottkast (þús. fiskar) Disc. (nos.)	Brottkast (tonn) Disc. (wgt)	Brottkasts- hlutfall (%) Discards (%)
Þorskur	Lína	58927	289	178	0,30
Þorskur	Net	23334	152	335	1,44
Þorskur	Dragnót	8633	79	61	0,71
Þorskur	Botnvarpa	69803	1464	1845	2,64
Þorskur	Samtals	160697	1984	2419	1,51
Ýsa	Lína	37191	0	0	0
Ýsa	Dragnót	12846	2454	1690	13,16
Ýsa	Botnvarpa	56087	969	477	0,85
Ýsa	Samtals	106124	3423	2167	2,04
Ufsi	Botnvarpa	54281	0	0	0
Gullkarfi	Botnvarpa	37349	0	0	0

Göngur þorsks á Íslandsmiðum kannaðar með GPS-staðsetningu, bergmálstækni og rafeindamerkjum

ÁGRIP

Ólafur K. Pálsson, Vilhjálmur Þorsteinsson og Sigmar Guðbjörnsson 2008. *Göngur þorsks á Íslandsmiðum kannaðar með GPS-staðsetningu, bergmálstækni og rafeindamerkjum. Hafrannsóknastofnunin, Fjölrit 142: 19 bls.*

Á árinu 2004 voru 302 þorskar merktir hér við land með svokölluðum staðsetningarmerkjum eða GPS-merkjum, en slík merki geta numið og geymt staðsetningu, sem send er frá nálægu skipi. 199 fiskar voru merktir í apríl og maí á veiðisvæðum við Selvogsbanka og Eldeyjarbanka og 103 í október í Mýrabug. Merkin sem notuð voru í fyrri merkingunni reyndust gölluð, en í seinni merkingunni virkuðu merkin eðlilega. Hljóðmerki voru send frá rannsóknaskipi í maí, júlí-ágúst og október 2004 og í febrúar-mars 2005. Úr merkingunni í apríl-maí hafa 67 merki endurheimtst (33,7%) og námu átta þeirra staðsetningu, sex í maí, eitt í október 2004 og eitt í febrúar-mars 2005. Þessi merki voru staðsett á grunnslóð suðvestan og sunnan lands. Úr merkingunni í október hafa 36 merki endurheimtst (35,0%), öll á grunnslóð og flest (27) í Mýrabug í námunda við merkingastað. Sex merki endurheimtust annars staðar, þar af þrjú fyrir norðaustan og norðan land. 33 merki skráðu dýpi og hita allan tímann í sjó, og 22 námu staðsetningu. Þorskur sem endurheimtist í Mýrabug sýndi takmarkað far með tilliti til dýpis og hélt sig að mestu ofan 200 m dýpis, en víkkaði útbreiðsluvið sitt nokkuð á kaldasta tíma ársins í febrúar og mars. Fiskurinn hélt sig lengst af í tiltölulega hlýjum sjó (>6°C), en umhverfishitinn lækkaði þó talsvert í janúar-mars. Tveir fiskar, merktir í Mýrabug 2004, endurheimtust norðan lands, annar við Eyjafjörð í mars 2006 og hinn í Þistilfirði í maí 2006. Þeir sýndu mjög keimlíkt far með tilliti til dýpis og umhverfishita og virðast báðir hafa hrygnt í fremur köldum sjó (~3°C) í apríl-maí 2005, en héldu sig í mun hlýrri sjó mestan hluta ársins, þ.e. við svipað hitastig og mælist við Stokksnes. Með hliðsjón af þessu er sett fram tilgáta um göngumynstur þorsks, í þá veru að um 10% fiska í Mýrabug gangi norður fyrir land til hrygningar á tímabilinu mars til maí, en dvelji meiri hluta ársins fyrir sunnan land í Mýrabug. Drægni GPS-hljóðsendinga var metin á grundvelli staðsetninga í Mýrabug og reyndist vera um 3 km.

ABSTRACT

Ólafur K. Pálsson, Vilhjálmur Þorsteinsson and Sigmar Guðbjörnsson 2008. *Geolocation of cod in Iceland waters using GPS, acoustics and DST GPS tags. Marine Research Institute, Report 142: 19 pp.*

In 2004 302 cod were released with Star-Oddi DST GPS tags for geolocation in Icelandic waters. 199 fish were released in April-May in the Selvogsbanki and Eldeyjarbanki areas south west of Iceland, and 103 fish in October in Mýrabugur off the south east coast. A large proportion (77%) of the tags used in the Selvogsbanki experiment malfunctioned and only recorded during a period of few weeks. In the experiment in Mýrabugur 92% of the tags functioned satisfactorily. GPS-positions were transmitted from a research vessel, by means of Simrad sonar acoustics, in May, July-August and October 2004 and in February-March 2005. From the experiment in Selvogsbanki 67 tags (33,7%) were recaptured, and eight tags received a position, six in May, one in October and one in February-March. All were located in coastal waters south west and south of Iceland. From the experiment in Mýrabugur 36 tags (35,0%) were recaptured, of which 33 recorded depth and temperature during their time at liberty and 22 received positions. Most of the tags (27) were recaptured in Mýrabugur, close to the place of release, and 6 were recaptured in coastal waters elsewhere. Cod recaptured in Mýrabugur showed limited movement with respect to depth and mainly stayed above 200 m depth, increasing its depth range somewhat during the coolest period of the year, i.e., in February and March. The ambient temperature of the fish was relatively high (>6°C) during most of the year, but was reduced markedly during January-March. Two fish, released in Mýrabugur 2004, were recaptured north of Iceland, i.e., in Eyjafjörður in March 2006 and in Þistilfirði in May 2006. Those fish showed very similar patterns in depth and ambient temperature, and both seem to have spawned in relatively cold waters (~3°C) in April-May 2005. Most of the year, however, their ambient temperature was much higher and similar to temperatures measured at Stokksnes off the south east coast, and different from the temperature close to their place of recapture. A hypothesis of a new migration pattern of cod is presented, suggesting that some cod migrate from the south eastern coast (Mýrabugur) to the north coast for spawning during March to May, and back again, and stay in the south for the better part of the year. The range of GPS transmissions was evaluated based on the experiment in Mýrabugur, and was estimated at approximately 3 km.

INNGANGUR

Merkingar á fiskum er aðferð sem notuð hefur verið um langa hríð til að rekja göngur fiska. Þessi aðferð mun fyrst hafa skilað árangri árið 1873 þegar Atlantshafslax endurheimtist í Penobscot River í Maine fylki í Bandaríkjunum (sjá Arnold & Dewar 2001). Hér við land er fyrst getið um merkingar á þorski árið 1907 framkvæmdar af danska vísindamanninum Johannes Schmidt. Bjarni Sæmundsson hóf síðan fiskmerkingar 1913 (Jón Jónsson 1996). Rannsóknir á göngum fiska byggðust eingöngu á endurheimtum merkja allt frá þessum tíma og fram yfir miðja síðustu öld. Sú aðferðafræði er enn fullgild þrátt fyrir tilkomu nýrri og tækni- væddari merkja.

Fyrstu rafeindamerki komu fram á sjónar- sviðið um miðjan sjötta áratug síðustu aldar. Þróun rafeindamerkja var þó mjög hæg fyrstu áratugina. Á síðasta áratug síðustu aldar varð mikil breyting í þessum eignum með byltingu í tölvutækni, t.a.m. varðandi geymslu gagna á örflögum með mjög litla orkuþörf (sjá Arnold & Dewar 2001). Þessi bylting gat m.a. af sér svokölluð gagnageymslumerki sem geta skráð ýmsa þætti, svo sem hitastig sjávar og þrýsting (dýpi). Slík merki hafa verið í notkun á Haf- rannsóknastofnuninni frá 1994 og fyrstu raf- eindamerki í þorski fóru í sjó hér við land vorið 1995. Síðan hafa ýmsir skynjarar verið þróaðir m.a. seltunemar og hljóðnemar (GPS-merki) sem nema staðsetningu mótaða í hljóðmerki, sem sent hefur verið frá nálægu skipi. Gagna- rýmd hefur einnig þróast úr á þriðja þúsund færsla í tugþúsundir og hundruð þúsunda, sem eru geymdar þar til merkið er endurheimt og unnt er að lesa upplýsingarnar í merkinu. Einnig eru til merki sem losna frá fiskinum á tilteknum tíma og fljóta upp á yfirborð sjávar og senda gögnin um fjarskiptahnött til landstöðvar. Önnur gerð hljóðsendimerkja felst í því að fiskmerkið sendir sífellt frá sér kóðað hljóðmerki, þ.e. merki sem einkennir aðeins viðkomandi fisk, og eru sendingarnar numdar af neti fastra neðan- sjávarhljóðnema. Göngur fiskanna má síðan rekja eftir staðsetningum þeirra á því neti.

Svokölluð staðsetningamerki eða GPS- merki, eru ein nýjasta afurð gagnageymslu- merkja. Þessi merki voru þróuð af íslenska fyrir- tækinu Stjörnu-Odda, sem verið hefur leiðandi á þessu sviði undanfarin ár, og norska fyrirtækinu Simrad, sem er heimsþekkt fyrir þróun og fram-

leiðslu á sviði fiskleitartækja í meira en hálfu öld.

GPS-merkin mæla sjávarhita og þrýsting (dýpi) eins og fyrri gagnageymslumerki. Þess utan geta þau numið staðsetningu frá nálægu skipi. Það ferli er í stórum dráttum þannig:

Skipið fær sína staðsetningu með GPS- tækjum, sem nema sendingar frá fjar- skiptahnöttum á braut umhverfis jörðu.

Hugbúnaður, sem tengdur er bergmáls- tækjum (asdiktækjum) umbreytir (kóðar) staðsetningu í hljóðsendingu.

Bergmálstæki senda staðsetningu á 13 sekúndna fresti sem hjóðmerki á siglingaleið skipsins. Drægni sendingarinnar er talin vera um 4 km frá skipi skv. tilraunum Simrad.

Þegar svo vill til að fiskur með GPS-merki er innan áhrifasvæðis hljóðsendingar, nemur GPS-merkið og geymir stað- setningu, fleiri en eina ef því er að skipta.

Þegar fiskur með GPS-merki endurheimtist er unnt að lesa staðsetningar sem hann nam, á hverjum tíma, ásamt öðrum upplýsingum, svo sem sjávarhitann þar sem fiskurinn var og dýpið sem hann var á.

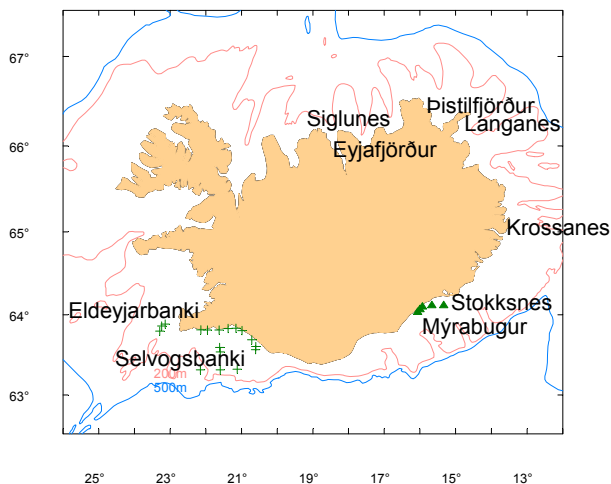
Nýjungar þessarar aðferðar felast í því að umbreyta stafrænni staðsetningu í hljóðmerki, senda hljóðmerki með bergmálsbúnaði út í sjóinn allt umhverfis skip á siglingu og nema loks hljóðmerkið og geyma með örsmáum tæknibúnaði í GPS-merki fisksins.

Þessi nýja tækni til rannsókna á göngum og atferli fiska var fullbúin af hálfu framleiðenda í byrjun árs 2004. Starfsmenn Hafrannsóknastofnunarinnar og Stjörnu-Odda skipulögðu þegar á því ári sérstakt verkefni til þess að reyna þessa tækni við aðstæður á Íslandsmiðum. Hel- sta markmið verkefnisins var að staðsetja gönguleiðir og fæðustöðvar þorsks sem hrygnir á Selvogsbanka. Önnur markmið voru að afla upplýsinga um lífsögulega þætti þorsks eins og vaxtarhraða eftir fæðustöðvum, sem og veiðan- leika með tilliti til atferlis.

GÖGN OG AÐFERÐIR

Merkingar

Þar sem meginmarkmið var að rannsaka göngur þorsks sem hrygnir á Selvogsbanka var eingöngu merktur fiskur á þeirri slóð í fyrstu



1. mynd. Merkingarstaðir þorsks í apríl og maí 2004 á suðvesturmiðum (+) og í Mýrabug í október 2004 (Δ).

Fig. 1. Release locations of cod off the south west coast (+) in April and May 2004 and in Mýrabugur in October 2004 (Δ).

atrennu. Merktir voru 180 fiskar á tímabilinu 4.-16. apríl 2004 á svæðinu frá Selvogsbanka að Krísuvíkurbergi. Ennfremur voru merktir 19 fiskar þann 19. maí 2004 á Eldeyjarbanka (1. mynd). Af þessum 19 merkjum voru 10 ný merki, en 9 “uppvakningar”, þ.e. merki sem höfðu endurheimtst úr fyrri merkingu og voru endurnýtt. Alls voru því 199 þorskar merktir með GPS-merkjum í apríl og maí 2004. Merkingaraðferðinni er lýst á vefsíðu Hafrannsóknastofnunarinnar (www.hafro.is), undir rannsóknaflokknum „Fiskmerkingar/Merkinga-aðferðir”.

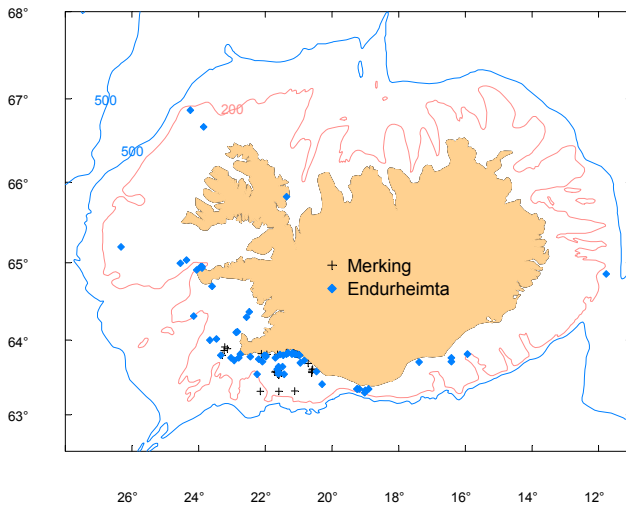
Merkin voru stillt til að hlusta eftir GPS-hljóðsendingum á fimm mínútna fresti á tilteknum árstímum. Í hverri hlustun var fyrst hlustað eftir staðsetningu í 7 sekúndur. Ef ekkert merki heyrðist var hætt að hlusta. Ef merkið nam staðsetningu var tekið á móti allt að 6 staðsetningum og gat hlustun þá staðið yfir í allt að 90 sekúndur. Hvert hlustunartímabil stóð í einn mánuð. Árstími hlustunar var ákveðin með hliðsjón af fyrirhuguðum leiðöngrum til hljóðsendinga í framhaldi af merkingunum og var fyrsta tímabilið í maí 2004 og það síðasta í maí 2006. Slík tilhögun var nauðsynleg til að lengja líftíma merkjanna með tilliti til orku og geymslurýmis. Þá voru merkin stillt þannig að þau skráðu hita og dýpi á klukkustundar fresti allan ársins hring, nema í tvær vikur í september 2004 og tvær vikur í apríl 2005 að þau skráðu á 10 mínútna fresti, til mælinga á sjávarföllum (Vilhjálmur Þorsteinsson og Ólöf R. Káradóttir 2007). Geymslurými merkis var rúm 130

þúsund bæti (byte), með rými fyrir um 78 þúsund skráningar á dýpi og sjávarhita eða staðsetningu. Merkin voru stillt til að hefja hlustun og skráningu á hádegi 3. maí 2004, þ.e. við upphaf fyrsta leiðangurs til hljóðsendinga.

Þegar nokkrir tugir fiska höfðu endurheimtst í lok maí 2004 kom í ljós að meira en helmingur merkjanna var gallaður og hafði aðeins virkað í fáeina daga eða vikur og því ekki skráð upplýsingar nema í stuttan tíma eða jafnvel alls ekki. Af 67 endurheimtum merkjum endurheimtust 11 áður en þau hófu hlustun 3. maí 2004. Þegar merkin hófu hlustun voru því ennþá í sjó 56 þeirra merkja, sem síðar endurheimtust. Þrettán merki af þessum 56 merkjum, eða 23,2%, voru gallalaus og skráðu hita og dýpi þann tíma sem þau voru í sjó. Önnur merki, þ.e. 43 merki eða 76,8%, reyndust gölluð, þar sem skráning þeirra á hita og dýpi brenglaðist meðan þau voru í sjó. Flest gölluðu merkjanna, eða 20 talsins, biluðu í maí, nokkrum vikum eftir sleppingu. Nokkur biluðu í flestum mánuðum fram eftir árinu 2004 og öll gölluðu merkin voru óvirk í sjó í byrjun nóvember 2004. Í ljós kom að sambandleysi milli rafhlöðu og nema olli því að merkin virkuðu ekki sem skyldi. Sýnt þótti að þetta myndi leiða til þess að árangur merkinga í apríl og maí yrði mun minni en að var stefnt. Því var ráðist í frekari merkingar, ekki síst til þess að prófa endurbætt merki. Í þessu skyni voru 103 þorskar merktir í Mýrabug 14., 15. og 22. október 2004 (1. mynd). Merkin voru stillt með hliðstæðum hætti og fyrri merki, nema hlustunartíðni vegna GPS-hljóðsendinga var nú 4 mínútur.

Hljóðsendingar

Hljóðsendingar voru skipulagðar í leiðöngrum í maí, júlí-ágúst og október 2004 og í febrúar 2005 í þeim tilgangi að senda staðsetningar í GPS-merkin. Fyrsti leiðangur í þessu skyni var 3.-8. maí 2004 og náði til landgrunnins sunnan og suðvestan lands. Megintilgangur þessa leiðangurs var að senda staðsetningar í merkin skömmu eftir merkingu, áður en fiskurinn hefði gengið að marki af hrygningarstöðvunum. Aðrir leiðangrar beindust að áætluðum gönguleiðum og fæðustöðvum fisksins. Í leiðangri í október 2004 var jafnframt farið tiltölulega þétt yfir í Mýrabug til að auka líkur á að fiskur sem merktur var þar fyrr í mánuðinum næmi staðsetningu og þannig hægt að meta drægni hljóð-



2. mynd. Staðsetningar merkinga og endurheimta úr merkingu í apríl-maí 2004.

Fig. 2. Locations of releases and recaptures from releases in April-May 2004.

sendinga. Til viðbótar við þessa fjóra leiðangra var gert ráð fyrir hljóðsendingum að vori og hausti 2005 og 2006, ef þurfa þætti, í vorleiðangri til umhverfissrannsókna í maí og í stofnmælingu botnfiska að haustlagi í október.

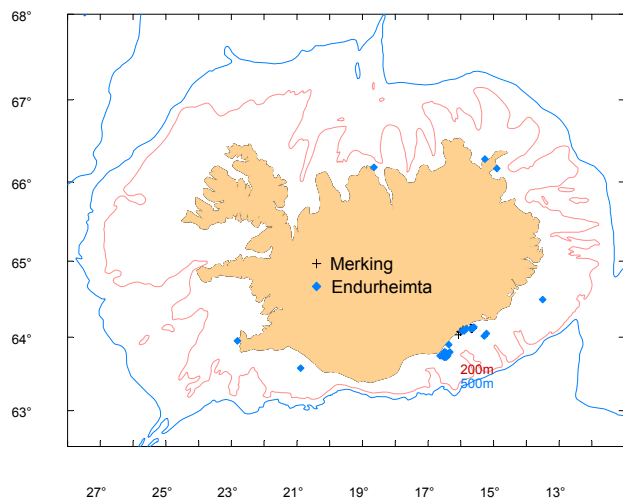
Í samræmi við niðurstöður tilrauna framleiðenda var gert ráð fyrir að drægni hljóðsendinga væri hálfkúla með 4 km radius út frá skipi á siglingu eða 8 km í þvermál við yfirborð (Sigmar Guðbjörnsson et al. 2004). Í leiðöngurum til hljóðsendinga var fjarlægð milli leiðarlína breytileg, eða 15 sjm. í maí og júlí 2004, um 20 sjm. í febrúar 2005, en í október 2004 voru leiðarlínur óreglulegar, nema í Mýrabug. Miðað við 4 km drægni var áætlað að 10-30% merktra fiska næmu hljóðsendingar, að því gefnu að allir merktir fiskar væru innan athafnasvæðis leiðangra til hljóðsendinga.

NIÐURSTÖÐUR

Endurheimtur

Endurheimtur af 199 fiskum merktum á Selvogsbanka í apríl og Eldeyjarbanka í maí voru 67 eða 33,7% merktra fiska, og endurheimtust flestir fiskanna innan 50 sjm. fjarlægðar frá merkingarstað (2. mynd). Nokkrir fiskar endurheimtust við Snæfellsnes, einn á Látragrundi, tveir á Halamíðum, einn í Húnaflóa, einn djúpt út af Reyðarfirði og fjórir við eða nálægt Ingólfshöfða.

Endurheimtur af 103 fiskum merktum í Mýrabug í október voru 36 eða 35,0% merktra



3. mynd. Staðsetningar merkinga og endurheimta úr merkingu í október 2004.

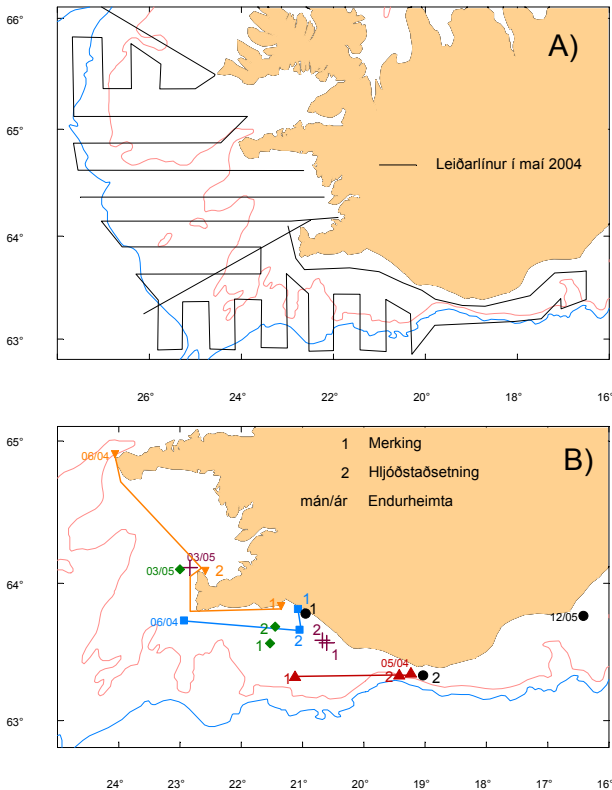
Fig. 3. Locations of releases and recaptures from releases in October 2004.

fiska (3. mynd). Flestir fiskarnir endurheimtust í námunda við merkingasvæðið, þ.e. í Mýrabug eða við Ingólfshöfða. Sex fiskar endurheimtust annars staðar, á Breiðdalsgrunni, Selvogsbanka, út af Sandgerði, í mynri Eyjafjarðar og tveir við Langanes.

GPS-staðsetningar

Há gallatíðni leiddi óhjákvæmilega til þess að virk merki í sjó týndu hratt tölunni. Úr merkingum í apríl-maí 2004 voru 46 endurheimtra merkja virk í sjó við upphaf fyrstu hljóðsendinga 3. maí 2004. Við hljóðsendingar í júlí-ágúst 2004 voru aðeins 16 endurheimtra merkja virk í sjó, 10 merki í október 2004 og 8 endurheimtra merkja voru virk í sjó í febrúar 2005.

Af 36 endurheimtum merkjum úr merkingum í Mýrabug í október 2004, voru 3 gölluð, en 33 (91,7%) skráðu dýpi og sjávarhita eðlilega allan tímann í sjó, þar af skráðu 22 merki staðsetningu eða 66,7% virkra merkja. Í nokkrum tilvikum skráðu merkin tvær til þrjár staðsetningar í sömu hlustun. Í mörgum tilvikum skráðu merkin staðsetningu í nokkrum hlustunarlotum í röð (hver lota var 4-5 mínútur) eða í allt upp í sex lotum. Yfirleitt var breiddargráðan minni breytileika háð en lengdargráðan í endurteknum staðsetningum. Þannig voru í einu merki fjórar samfelldar staðsetningar þar sem breiddargráðan var sú sama í öllum tilvikum, eða 63°45'88, en lengdargráðan var 16°31'41 – 16°36'68.



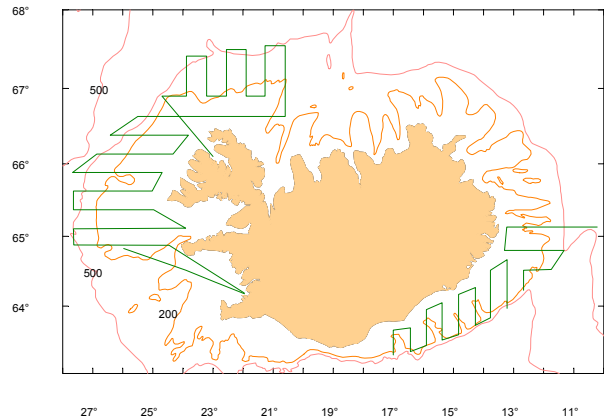
4. mynd. A) Leiðarlínur GPS-hljóðsendinga í maí 2004 ásamt 200 m og 500 m dýptarlínum. B) Staðsetningar sex fiska úr merkingu í apríl – maí 2004. 1 = merkingarstaður; 2 = hljóðstaðsetning merkis; endurheimtutími er sýndur með mánuði og ári við endurheimtustað (t.d. 06/04 fyrir júní 2004). Staðsetningar hvers fiska eru sýndar með sérstöku tákni og eru tengdar saman með línu hjá fiskum sem endurheimtust 2004.

Fig. 4. A) Survey grid lines in May 2004 for sonar GPS location of GPS-tags released April – May 2004, along with 200m and 500m depth contours. B) 1 = release position; 2 = GPS location; Recapture date is indicated by month and year at recapture location (e.g., 06/04 for June 2004). Positions of each fish are indicated by a unique symbol.

a) Maí 2004

Eins og fyrr var getið var farið í fyrsta leiðangur til hljóðsendinga 3.-8. maí 2004 og farið yfir landgrunnsvæðið frá Garðskaga að Ingólfshöfða, og út fyrir 500 m dýpi (4. mynd A). Aðrar leiðarlínur á myndinni voru sigldar á tímabilinu 12.-22. maí. Af þeim 67 merkjum sem endurheimtst hafa, voru 46 virk í sjó við upphaf leiðangursins. Af þessum 46 merkjum námu 6 merki staðsetningu frá hljóðsendingum í maí eða 13,0%.

Fimm þessara merkja voru sett í sjó fyrri hluta apríl, á tiltölulega litlu svæði frá Eyrarbakka út á Selvogsbanka (4. mynd B). Þrjú þessara 5 merkja námu staðsetningu 3.-4. maí skammt frá merkingarstað og þau endurheimtust öll vestan við merkingarstað, þ.e. eitt í júní 2004 við Reykjanes og tvö í mars 2005 við Garðskaga. Fjórða merkið nam staðsetningu 19.



5. mynd. Leiðarlínur GPS-hljóðsendinga í júlí 2004. Ekkert merki var staðsett í leiðangrinum.

Fig. 5. Survey grid lines for sonar GPS location in July 2004. No tag was located in the survey.

maí við Garðskaga og endurheimtist við Snæfellsnes 6. júní 2004. Fimmta merkið nam staðsetningu 4. maí út af Hjörleifshöfða og endurheimtist við Ingólfshöfða í desember 2005.

Sjötta merkið var sett í sjó 6. apríl utarlega á Selvogsbanka. Það nam staðsetningu 4. maí út af Hjörleifshöfða og endurheimtist skammt austur 24. maí 2004.

Þessar staðsetningar benda til þess að fjórir þessara fiska hafi haldið vestur um land að lokinni hrygningu, en líklega ekki mjög langt. Tveir fiskanna hafa haldið austur með suðurströndinni.

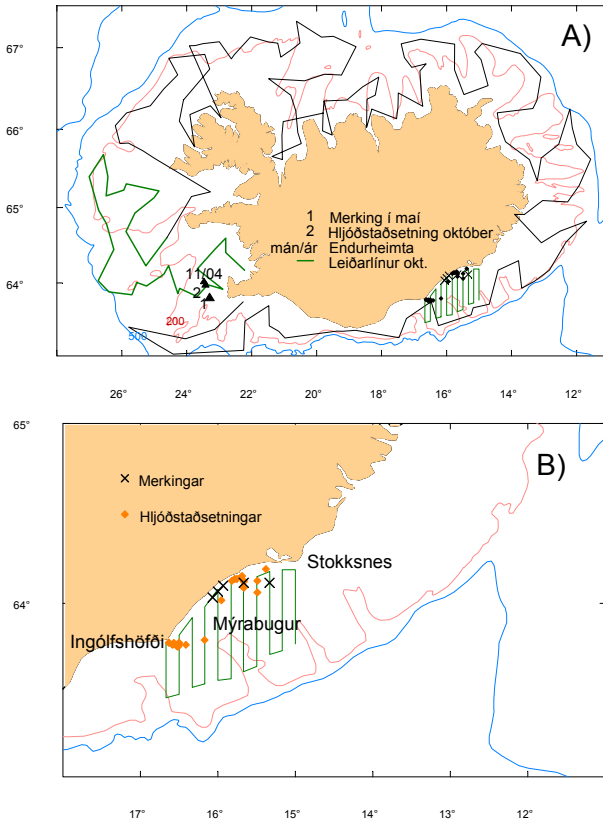
b) Júlí – ágúst 2004

Hljóðstaðsetningar voru sendar út í tveimur leiðöngrum í júlí og ágúst 2004 (5. mynd). Svæðin voru valin í því augnamiði að ná til fisksins þegar hann væri á göngu frá hrygningarsvæðum til fæðustöðva norðan og austan lands. Ekkert merki nam staðsetningu í þessum leiðöngrum. Á þessum tíma, þ.e. um miðjan júlí, voru 16 endurheimtra merkja enn virk í sjó. Svo virðist því sem merkti þorskurinn hafi alls ekki verið á þessum svæðum.

c) Október 2004

Hljóðsendingar fóru fram í október samhliða stofnmælingu botnfiska að haustlagi og náðu til landgrunnsins allt umhverfis land. Að auki var farin þétt yfirferð 29.-31. október vegna hljóðsendinga í Mýrabug í þeim tilgangi að staðsetja þorska sem merktir höfðu verið þar skömmu áður (6. mynd A).

Eitt merki nam staðsetningu 4. október 2004



6. mynd. A) Leiðarlínur GPS-hljóðsendinga í október 2004 og staðsetningar fiskis úr merkingu í apríl 2004. 1 = merkingarstaður; 2 = hljóðstaðsetning merkis; endurheimtutími er sýndur með mánuði og ári við endurheimtustað. B) Leiðarlínur GPS-hljóðsendinga, merkingarstaðir og hljóðstaðsetningar úr merkingu í október 2004

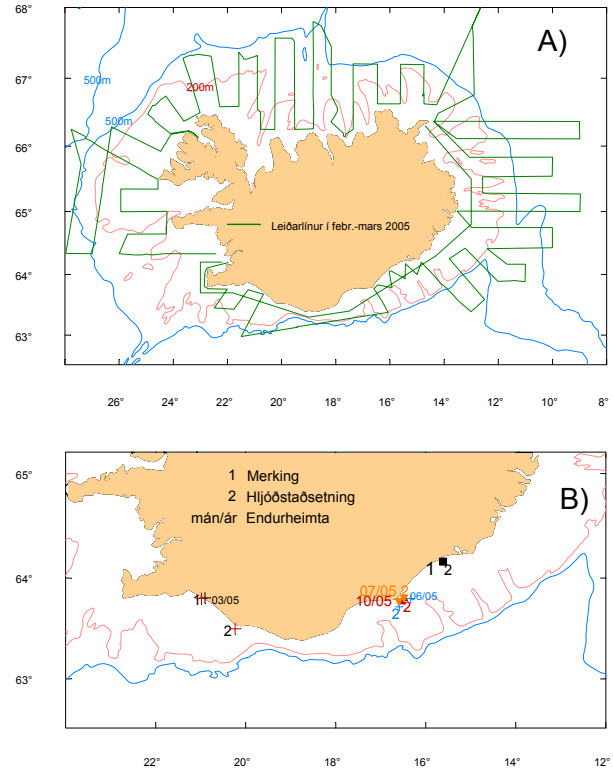
Fig. 6. A) Survey grid lines in October 2004 for sonar GPS location of GPS-tags released in April 2004. 1 = release position; 2 = GPS location; Recapture date is indicated by month and year at recapture location. Positions of a fish released in May are indicated by an unique symbol. B) Survey grid lines in Mýrabugur, release positions and GPS locations in October 2004.

úr merkingu í apríl-maí. Það merki var sett út 19. maí, um 15 sjm. sunnan við staðsetninguna, og endurheimt 7. nóvember 2004 um eina sjm. frá staðsetningu. Þessi fiskur virðist því hafa verið fremur staðbundinn. Á þessum tíma voru 10 endurheimtra merkja virk í sjó og hlutfall staðsetninga því 10%.

Í Mýrabug námu 22 merki staðsetningu 29.-31. október af 33 virkum merkjum í sjó frá merkingu í Mýrabug í október, eða 66,7% (6. mynd B). Meirihluti merkjanna nam staðsetningu í námunda við merkingastaðina, en allmargir fiskar voru staðsettir við Ingólfshöfða og höfðu því gengið nokkra tugi sjómílna vestur með ströndinni á um það bil hálfum mánuði frá merkingu.

d) Febrúar – mars 2005

Hljóðsendingar fóru fram í umfangsmiklum leiðangri í febrúar og mars 2005 og náðu þær til



7. mynd. A) Leiðarlínur GPS-hljóðsendinga 8. febrúar til 1. mars 2005. B) Staðsetningar eins fiskis úr merkingu í apríl og fjögurra fiskis úr merkingu í október 2004. 1 = merkingarstaður; 2 = hljóðstaðsetning merkis; endurheimtutími er sýndur með mánuði og ári við endurheimtustað. Dökkur ferningur í Mýrabug sýnir hljóðstaðsetningu GPS588 þann 24. febrúar 2005 (sjá einnig 9. mynd).

Fig. 7. A) Survey grid lines for sonar GPS location of GPS-tags 8 February through 1 March 2005. B) released April – May and October 2004. B) Locations of one fish released in April and four fish released in October 2004. 1 = release position; 2 = GPS location; Recapture date is indicated by month and year at recapture location. Dark rectangle in Mýrabugur indicates GPS location of tag GPS 588,

meginhluta landgrunnins og djúpsvæða norðan lands og austan (7. mynd A). Eitt merki nam hljóðstaðsetningu 1. mars í Álnum milli lands og Eyja. Merkið var sett í sjó við Knarrarós 7. apríl 2004 og fiskurinn endurheimtist nánast á sama stað 16. mars 2005 (7. mynd B). Fiskurinn hefur því líklega verið á leiðinni á fyrri hrygningarslóð þegar hann nam hljóðsendinguna, og hefur því væntanlega gengið austur með suðurströndinni eftir hrygningu ári fyrir. Engar staðsetningar náðust á fiski fyrir norðan og austan land. Í byrjun febrúar voru 8 merki virk í sjó og hlutfall staðsetninga því 12,5%.

Fjögur merki, úr merkingunni í Mýrabug í október 2004, voru staðsett 24. febrúar 2005, þrjú við Ingólfshöfða og eitt við Hálsa í Mýrabug (7. mynd B). Tveir þessara fiskis voru einnig staðsettir skömmu eftir merkingu í lok október 2004 á svipuðum slóðum, annar við Ingólfshöfða og hinn skammt austan við

merkingarstað. Þetta eru einu fiskarnir sem staðsettir voru í tveimur leiðöngrum.

Allir fjórir fiskarnir voru merktir á sama stað í miðjum Mýrabug. Þrír þeirra endurheimtust við Ingólfshöfða í júní, júlí og október 2005 og sá fjórði í mynni Eyjafjarðar 13. mars 2006 (sjá nánar neðar).

Drægni hljóðsendinga

Drægni (D) hljóðsendinga má meta á grundvelli gildra hljóðstaðsetninga á tilteknu svæði og tímabili skv. eftirfarandi jöfnu.

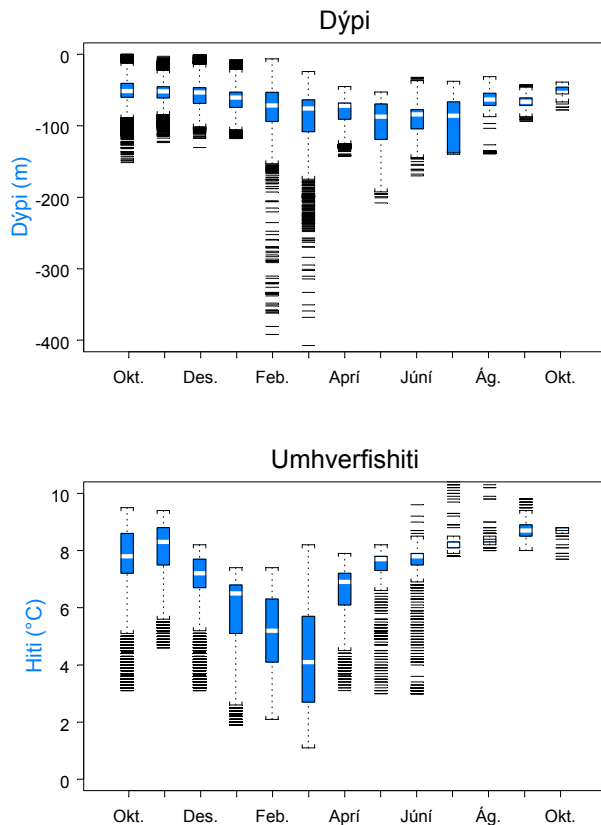
$$D = \frac{Es}{Eh \cdot p} L$$

Þar sem Eh er fjöldi endurheimtra merkja, Es er fjöldi endurheimtra merkja sem námu staðsetningu, p er hlutfall merktra fiska á því svæði sem hljóðsendingar ná til, og L er helmingur bils milli leiðarlína (helmingur bils þar sem drægni miðast við radíus frá skipi).

Umrædd tilraun, í lok október 2004 í Mýrabug, var sett upp með það fyrir augum að ná að staðsetja meirihluta merkja. Bil milli leiðarlína var því tiltölulega lítið eða 8 km (4,3 sjm), þ.e. $L = 4,0$ km. Þar sem skammt var liðið frá merkingu, og far þessara fiska hefur reynst fremur lítið, með hliðsjón af niðurstöðum þessarar merkingar, má ætla að mikill meirihluti merktra fiska, hafi verið innan þess svæðis sem leiðarlínur afmörkuðu. Í ársbyrjun 2007 höfðu 33 gallalaus merki endurheimtst úr merkingunni í október 2004, þ.e. $Eh = 33$. Af þessum 33 merkjum höfðu 22 numið staðsetningu og því er $Es = 22$. Ef gert er ráð fyrir að allir fiskarnir hafi verið á því svæði sem hljóðsendingar fóru fram á, þ.e. $p = 1$, er niðurstaðan að drægni hljóðsendinga hafi verið $22/(33 \times 1) \times 4,0 \text{ km} = 2,7$ km. Ef gert er ráð fyrir að 90% eða 80% fiskanna hafa verið á svæðinu, þ.e. $p = 0,9$ eða 0,8, er niðurstaðan 3,0 km og 3,3 km. Samkvæmt þessu má telja líklegt að drægni hljóðsendinga á grunnslóð, þ.e. á minna en 200 m dýpi, sé um það bil 3 km.

Sjávarhiti, dýpi og göngur

Endurheimt merki frá merkingu í Mýrabug gefa upplýsingar um ársferla dýpis sem fiskurinn heldur sig á sem og ársferla hitastigs sjávar í næsta umhverfi fisksins (8. mynd).

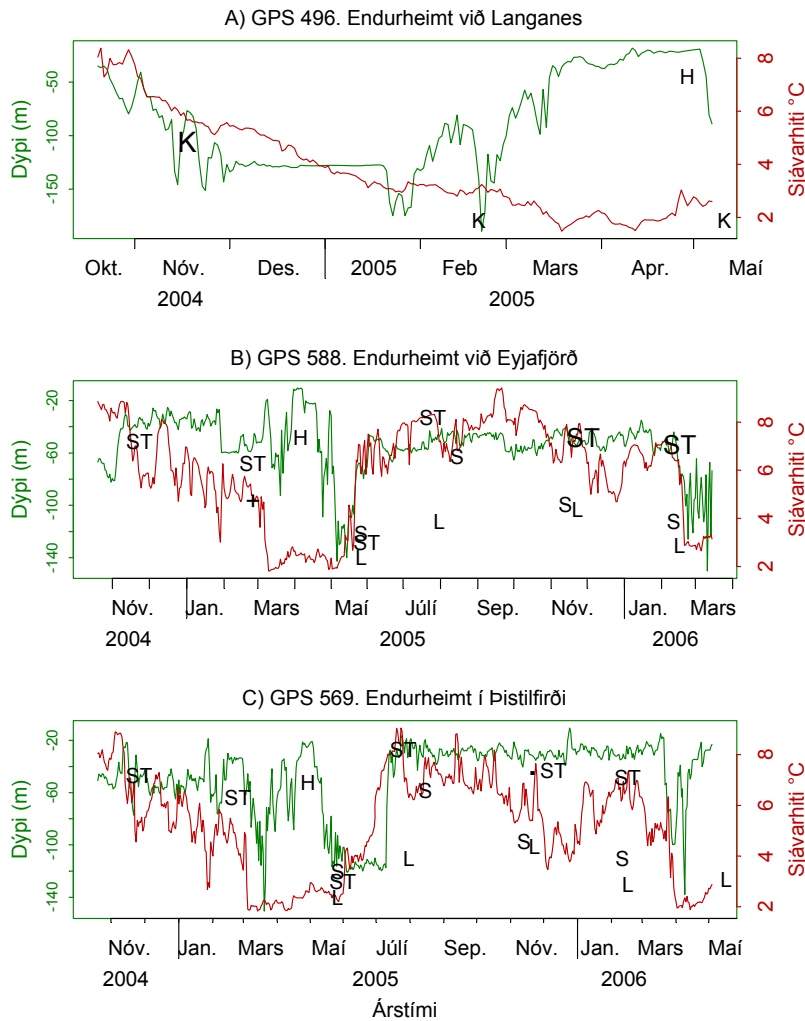


8. mynd. Dýpi og sjávarhiti hjá fiskum sem merktir voru og endurheimtir í Mýrabug.

Fig. 8. Depth and ambient temperature from GPS-tags released and recaptured in Mýrabugur.

Myndin sýnir eingöngu fisk sem endurheimtist í Mýrabug. Frá október 2004 til október 2005 skráðu 24 merki um 63 þúsund mælingar á dýpi og sjávarhita. Dýpið tók ekki miklum breytingum en þó dýpkaði fiskurinn heldur á sér frá október 2004 til maí 2005, þegar miðdýpi fór úr 51 metra í 87 metra (8. mynd, Dýpi). Dýpið hélst síðan svipað fram í júlí en minnkaði þá aftur fram til október 2005 þegar það var 54 metrar. Meginhluti fisksins hélt sig ofan við 100 m dýpi í október til janúar, en víkkaði dýptarsvið sitt talsvert í febrúar og mars og stöku mælingar skráðu allt að 400 m dýpi, og hefur sá fiskur því farið út fyrir landgrunnið í stuttan tíma. Eftir það hélt fiskurinn sig mun grynna. Fiskurinn hefur því, að langmestu leyti, haldið sig á landgrunnu, ofan 200 m dýpis, allt tímaabilið.

Mun meiri breyting var á sjávarhita, en miðgildi hans var $7,8^{\circ}\text{C}$ í október og $8,3^{\circ}\text{C}$ í nóvember 2004, lækkaði niður í $4,1^{\circ}\text{C}$ í mars 2005 og hækkaði aftur í apríl í $6,9^{\circ}\text{C}$ (8. mynd, Umhverfishiti). Eftir það hækkaði hitastigið hægar þar til miðgildið náði hámarki í septem-



9. mynd. Dýpi og sjávarhiti hjá þremur fiskum, úr merkingu í Mýrabug, sem endurheimtust norðaustan og norðan lands. H sýnir ætlaðan hrygningartími. Á mynd B sýnir + sjávarhita merkis GPS588 í Mýrabug 24.02. 2005 (sjá staðsetningu á 7. mynd B). Aðrir bókstafir sýna hitastig á grunnstöðvum á nálægum sjórannsóknasíðum: K = Krossanes; L = Langanes; S = Siglunes; ST = Stokksnes (sjá: <http://www.hafro.is>, rannsóknaflokkur "sjórannsóknir" vegna legu sjórannsóknasíða).

Fig. 9. Depth and ambient temperature for three cod released in Mýrabugur, and recaptured north east and north of Iceland. H indicates assumed spawning time. + indicates temperature of GPS-tag 588 in Mýrabugur 24 feb. 2005 (see location in Fig. 7 B). Other capital letters indicate temperature on shallow water stations on adjacent hydrographic sections: K = Krossanes; L = Langanes; S = Siglunes; ST = Stokksnes (see: <http://www.hafro.is>, research group "sjórannsóknir" for location of hydrographic sections).

ber 2005, 8,7°C. Efri mörk sjávarhitans lækkuðu þó mun minna og fóru ekki niður fyrir 7,5°C í janúar og febrúar. Ennfremur dreifðist meirihluti fiskanna yfir breiðara hitabil í febrúar og mars, þ.e. þegar hitastig sjávar var lægst og dýpissviðið víðast.

Af 36 endurheimtum fiskum, merktir í Mýrabug, fóru 6 (16,7%) út fyrir Mýrabug og endurheimtust á mismunandi stöðum (3. mynd). Einn endurheimtist við Hvalbak í desember 2004 og hafði haldið sig í 5-6°C heitum sjó í fáeinar vikur fyrir endurheimtu 11. des. 2004. Tveir endurheimtust á grunnslóð fyrir sunnan og suðvestan land og voru í hlýsjó lengst af.

Þrír fiskar endurheimtust fyrir norðaustan og norðan land og eru hita- og dýpiserflar þeirra áhugaverðari. Sá fyrsti (GPS496, 84 cm við merkingu) endurheimtist sunnan við Langanes 10. maí 2005 (9. mynd A). Hitaferillinn bendir til þess að fiskurinn hafi fljótlega eftir merkingu

haldið í kaldari sjó og má telja víst, með hliðsjón af lágu hitastigi, að hann hafi gengið norður með Austfjörðum. Hitastigið lækkaði stöðugt og var um 4°C um áramótin, um 3°C í byrjun mars og fór lægst í tæpar 2°C seinni hluta marsmánaðar. Eftir það hækkaði hitastigið heldur og var um 2,5°C þegar fiskurinn veiddist í grásleppunet 10. maí 2005. Dýpiserillinn er breytilegur, en ætla verður að fiskurinn hafi gengið fremur grunnt norður með Austfjörðum, lengstum á minna dýpi en 130 m. Umhverfishiti fisksins er þó heldur hærri en hitastig út af Krossanesi, skv. reglubundnum mælingum Hafrannsóknastofnunarinnar (www.hafro.is, rannsóknaflokkur: „Sjórannsóknir/Vefur um sjórannsóknir”). Um áramótin hélst dýpið nánast óbreytt við 27-29 m í 25 daga. Nákvæm skoðun sýnir að dýpið sveiflaðist í takt við sjávarfalla- bylgjuna og var munur á flóði og fjöru minnstur um 1 m og mestur um 2 m og er það í samræmi

við flóðbylgjuhæð úti fyrir Austfjörðum. Ætla verður að fiskurinn hafi haldið kyrru fyrir við botn þennan tíma, af einhverjum ástæðum. Um miðjan apríl var fiskurinn á um 20 m dýpi og hefur þá verið kominn að Langanesi, að líkindum til hrygningar. Þar heldur hann sig til 7. maí þegar hann leitar snögglega á meira dýpi, væntanlega að lokinni hrygningu, og endurheimtist þremur dögum síðar, sem fyrir segir.

Annar fiskur (GPS588, 87 cm við merkingu, 94 cm við endurheimtu) endurheimtist í mynni Eyjafjarðar 13. mars 2006 (9. mynd B). Hita­stigið var breytilegt en lækkaði fyrstu fjóra mánuðina. Í lok febrúar 2005 var fiskurinn stað­settur í Mýrabug, sbr. 7. mynd B, og hefur því líklega haldið sig þar frá merkingu í október 2004. Í byrjun mars lækkaði hitastigið skyndi­lega niður í 2°C og má ætla að þá hafi fiskurinn verið kominn norður fyrir hitaskilin út af Aust­fjörðum, eða a. m. k. norður undir Reyðarfjörð. Fyrri hluta apríl 2005 heldur fiskurinn sig á mjög grunnu vatni (<20 m) og má ætla að þá hafi hann verið í hrygningu. Hitastigið var síðan lágt fram í miðan maí 2005 og hækkaði þá hratt upp í 6-7°C, og má leiða líkur að því að þá hafi fiskurinn verið kominn aftur í Mýrabug. Hita­stigið náði hámarki í september 2005 en var síðan breytilegt en lækkaði fram í febrúar 2006 þegar það lækkaði hratt í ca. 3°C. Hitastig grunnt út af Siglunesi mætti nota sem mæli­kvarða á það hvort fiskurinn var á þeim slóðum. Aðeins í ágúst 2005 var sjávarhiti við Siglunes svipaður og umhverfishiti fisksins. Í öðrum til­vikum, þ.e. í maí og nóvember 2005 og í febrúar 2006, var sjávarhiti við Siglunes mun lægri en umhverfishiti fisksins. Þá var hitastig út af Langanesi mun lægra en umhverfishiti fisksins í öllum tilvikum. Sjávarhiti við Stokksnes var hinsvegar mjög svipaður og umhverfishiti fisksins í júlí og nóvember 2005 og í febrúar 2006. Í maí 2005 var hiti við Stokksnes þó mun lægri en umhverfishiti fisksins. (9. mynd B).

Þriðji fiskurinn (GPS569, 82 cm við merkingu, 87 cm við endurheimtu) endurheim­tist í Þistilfirði 3. maí 2006. Hitaferill hans var í meginatriðum keimlíkur hitaferli GPS588 og einkenndist af snöggri lökkun sjávarhita í mars 2005 og 2006 og lágu hitastigi fram í júní 2005 og má ætla að báðir fiskarnir hafi lagt leið sína norður með Austfjörðum á svipuðum tíma (9. mynd C). Fiskurinn var á grunnu vatni (~20 m) í um 10 daga í lok apríl 2005 og má ætla að þá hafi hann verið í hrygningu. Hitastigið hélst til-

tölulega hátt frá júlí 2005 fram í mars 2006, en lækkaði þá hratt niður í um 2°C. Sjávarhiti grunnt út af Langanesi var svipaður og umhverfishiti fisksins við lágt hitastig í maí 2005 og 2006. Á öðrum árstímum, þ.e. í júlí og nóvember 2005 og febrúar 2006, var umhverfis­hiti fisksins mun hærri en sjávarhiti út af Langa­nesi. Sjávarhiti við Stokksnes var á hinn bóginn mjög líkur umhverfishita fisksins í öllum fjórum tilvikum (9. mynd C).

UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Enda þótt upphafleg markmið þessa verk­efnis hafi ekki náðst er ástæða til að halda helstu niðurstöðum þess til haga. Fáeinir fiskar, úr merkingunni í apríl-maí 2004, endurheimtust á fæðustöðvum norðvestan eða austan lands, þ.e. á Halamiðum annarsvegar og hinsvegar í djúp­kantinum austur af Reyðarfirði. Þessar endur­heimtur eru í samræmi við fyrri niðurstöður um göngur þorsks. Þau átta merki sem skráðu stað­setningu voru öll á grunnslóð suðvestan og sunnan lands, flest skammt frá merkingarstað. Þessar staðsetningar veita því ekki nýja innsýn í göngur þorsksins, en eru þó til marks um að þessi aðferð virkar, að minnsta kosti á grunn­slóð. Á hinn bóginn er alls óvíst hvort aðferðin virkar á meira dýpi, en þetta verkefni beindist ekki síst að þeim fiski sem leitar út fyrir land­grunnið í fæðugöngu, í djúpfari allt niður á 700 m dýpi (Ólafur K. Pálsson og Vilhjálmur Þor­steinsson 2003).

Merkingin í Mýrabug var m.a. gerð í því skyni að sannreyna að endurbætt merki virkuðu sem skyldi. Fyrirfram var ekki talið líklegt að kynþroska þorskur merktur á grunnslóð utan hrygningartíma væri farfiskur, heldur væri þar um staðbundinn fisk að ræða. Niðurstöður merkingarinnar í Mýrabug staðfesta að svo sé í meginatriðum. Af 36 endurheimtum fiskum endurheimtust 30 skammt frá merkingarstað. Sex fiskar endurheimtust í talsverðri fjarlægð frá merkingarsvæðinu, en þeir voru allir í grunn­fari á landgrunninu, þ.e. á minna dýpi en 200 m.

Merkingin í Mýrabug hafði einnig þann tilgang að meta drægni GPS-sendinga. Niður­stöður benda til þess að drægnin á grunnslóð sé um 3 km en ekki 4 km eins og prófanir fram­leiðenda höfðu sýnt. Þá er alls óvíst um drægni sendinga á meira dýpi og raunar líklegt að hún sé minni en 3 km, t.a.m. vegna tilfallandi hita­skila eða annarra hljóðbylgjutruflana í sjónum. Notagildi aðferðarinnar ræðst mjög af þessum

þætti. Því er brýnt að mæla drægni GPS-sendinga við mismunandi aðstæður, þar með talið dýpi, áður en ráðist verði í frekari verkefni af þessu tagi utan landgrunnsins.

Hljóðsendingar frá skipi eru dýrasti þáttur verkefnis af þessu tagi. Drægni GPS-sendinga ræður því hversu þéttar leiðarlínur skip þarf að sigla til að ná tilteknum afköstum á tilteknu svæði. Því er ekki síður brýnt að auka drægni sendinga með tæknilegum endurbótum á sendingarbúnaði, t.a.m. með því að beita langdrægari (lægri) tíðni. Raunar má halda því fram að aðferðin sé ekki fýsileg, ef um víðáttumikið hafsvæði er að ræða, nema drægni sendinga verði aukin verulega og verði um 10 km að lágmarki. Þá væri unnt að ná fullum afköstum á tilteknu hafsvæði með því að sigla rannsóknaskipi eftir leiðarlínunum með u.þ.b 10 sjm. (18,5 km) bili, sem teldist þó þéttar leiðarlínur. Á hinn bóginn má álykta að þessi tilraun hafi sýnt fram á að þessi aðferð ætti að nýtast vel við rannsóknir á atferli fiska á minni hafsvæðum, t.d. innfjarða eða á afmörkuðum svæðum á landgrunninu. Þá kæmi einnig til álita, við seinni tíma tilraunir, að setja upp sendingabúnað á svæðum sem sýnt hafa mikla umferð fiska, þ.e. margar endurheimtur eða staðsetningar, t.d. út af Vík í Mýrdal eða við Ingólfshöfða.

Merkingin í Mýrabug gefur ýmsar nánari upplýsingar um atferli staðbundins stofnhluta. Fiskur sem endurheimtist í Mýrabug fór aðeins út fyrir landgrundið í takmörkuðum mæli á kaldasta tíma ársins, en hélt sig að mestu leyti ofan 200 m dýpis allt árið um kring. Þessi fiskur virðist því halda sig á mjög afmörkuðu svæði með tilliti til dýpis. Í meginatriðum er ársferill umhverfishita fisksins í samræmi við hitasveiflu sjávar með lágmarki í mars og hámarki í september.

Sókn netabáta í Mýrabug er fremur lítil, og var um 500 dagar árið 2005, en á Selvogsbanka var sóknin rúmlega 2000 dagar (skv. Aflaskýrslugagnagrunni Hafrannsóknastofnunarinnar). Endurheimtuhlutfall var mjög svipað á þessum svæðum eða 34% á Selvogsbanka og 35% í Mýrabug. Staðbundið atferli stofnhlutans í Mýrabug skýrir líklega að talsverðu leyti hátt endurheimtuhlutfall þrátt fyrir litla sókn.

Tveir þorskar, merktir í Mýrabug 2004, endurheimtust norðan lands (9. mynd B) og norðaustan lands (9. mynd C) eftir 17-19 mánuði í sjó, en þeir héldu sig allan tímann á grunnslóð. (Þriðji fiskurinn endurheimtist

sunnan við Langanes eftir tæpa 7 mánuði í sjó (9. mynd A)). Ráða má í gönguleiðir þessara fiska með hliðsjón af dýpi og hita sem og einni staðsetningu og endurheimtustöðum. Í nokkrum tilvikum er umhverfishiti fisksins svipaður og sjávarhiti skv. sjómælingum á mælingastöðum í námunda við endurheimtustað, en mælingastaðir geta verið í nokkurra sjómílna fjarlægð frá endurheimtustað. Í öðrum tilvikum er fiskurinn hinsvegar í mun hærri sjávarhita en mælingar í námunda við endurheimtustað gefa til kynna. Í nóvember 2005 og febrúar 2006 t.a.m. var sjávarhiti á 50 m dýpi við Langanes og Siglunes 3-4,5°C en umhverfishiti fisksins var um 6-7°C. Svo hár hiti finnst ekki á þessum árstíma og dýpi fyrr en hundruðum sjómílna í suður eða vestur frá Langanesi, t.d. í Mýrabug. Í heild var umhverfishiti fiskanna í bestu samræmi við sjávarhita við Stokksnes, en í mun lakara samræmi við sjávarhita við Siglunes og Langanes. Telja verður afar ólíklegt að þessir fiskar hafi verið í Mýrabug á meintum hrygningartíma í apríl-maí, en algengt hitastig þar á þeim tíma var yfir 5°C á um 100 m dýpi (sbr. 8. mynd), en fiskarnir voru iðulega á því dýpi, við 2-3°C umhverfishita (sbr. 9. mynd). Við teljum því líklegast að þessir fiskar hafi gengið norður fyrir land snemma árs 2005 til hrygningar og snúið aftur til baka í Mýrabug að því loknu. Þeir hafi síðan dvalið í Mýrabug fram yfir áramót 2006 og haldið norður á ný í febrúar og mars 2006, væntanlega til hrygningar, en þeir endurheimtust við Eyjafjörð og í Þistilfirði í mars og maí 2006.

Grófur samanburður á umhverfishita fisksins og sjávarhita á föstum mælingastöðvum styður slíka tilgátu. Annar þáttur lýtur að gönguhraða fiskanna milli þessara svæða og erindi þeirra norður fyrir land. Svo virðist sem fiskarnir fari norður til hrygningar, annar þeirra (GPS 588) við Eyjafjörð í byrjun apríl en hinn í Þistilfirði um mánaðarmótin apríl/maí. Sá sem hrygnir í Þistilfirði hefur einn til tvo mánuði til að ganga rúmar 100 sjm og er það meira en nægur tími. Sá sem hrygnir við Eyjafjörð þarf að fara mun lengri leið eða um 250 sjm. og hefur aðeins um 20 daga til þess vorið 2005. Vorið 2006 hefur hann eitthvað lengri tíma, en hann virðist ekki kominn að hrygningu þegar hann endurheimtist á 80 m dýpi, enda heldur fyrir á ferð en 2005. Hann þarf því að ganga 10-12 sjm. á dag að jafnaði. Mælingar á sundhraða benda til þess að stór þorskur (80-95 cm) hafi getu til að þreyta

slíkt sund, jafnvel við lágt hitastig sjávar (Beamish 1966).

Fyrri rannsóknir hafa staðfest að þorskur sem hrygnir sunnan lands gengur í einhverjum mæli til fæðustöðva annars staðar, t.d. fyrir norðvestan og norðan land, og fiskur sem elst upp fyrir norðan land hrygnir þar eða gengur suður fyrir land fyrir til hrygningar (Jón Jónsson 1996, Vilhjálmur Þorsteinsson og Guðrún Marteinsdóttir 1992, 1993). Við höfum ekki fundið fyrri niðurstöður í þá veru að þorskur gangi að sunnan til hrygningar fyrir norðan land og haldi síðan rակleiðis aftur suður fyrir land, og dvelji þar utan hrygningartíma. Hér liggur því fyrir tilgáta um áður óþekkta gönguleið og atferli þorsks með tilliti til hrygningar. Við teljum að um 10% fiska, sem merktir voru í Mýrabug í október 2004, hafi sýnt þetta göngumynstur. Ótvírætt er að umræddir fiskar gengu norður fyrir land á hefðbundum hrygningartíma þorsks, og yfirgnæfandi líkur benda til þess að þeir hafi gengið fljótlega aftur til baka í Mýrabug vorið 2005. Á hinn bóginn er ekki vitað hvort þeir voru í hrygningarástandi þegar þeir voru endurheimtir nyrðra og því ekki fullsannað að þeir hafi hrygnt þar. Slík vitneskja er forsenda þess að unnt sé að staðfesta þessa tilgátu, eða hnekkja henni að öðrum kosti.

ÞAKKIR

Sigurður Þór Jónsson, Páll Reynisson og Björn Björnsson, Hafrannsóknastofnuninni, lásu handrit yfir og gerðu margar gagnlegar athugasemdir. Samstarfsmönnum á Hafrannsóknastofnuninni og hjá Stjörnu-Odda eru færðar þakkir fyrir þeirra framlag til þessa verkefnis.

HEIMILDIR

Arnold, G., H, Dewar 2001. Electronic tagging in marine fisheries research: A 30 year perspective. In: J.R. Silbert and J.L. Nielsen (eds.), Electronic tagging and tracking in marine fisheries, 7-64. Kluwer Academic Publishers.

Beamish, F.W.H. 1976. Swimming endurance of some northwest Atlantic fishes. J. Fish. Res. Board Can., 23: 341-347.

Jón Jónsson 1996. Tagging of cod (*Gadus morhua*) in Icelandic waters 1948-1986. Rit Fiskideildar 14 (1): 7-82.

Ólafur K. Pálsson og Vilhjálmur Þorsteinsson 2003. Migration patterns, ambient temperature, and growth of Icelandic cod (*Gadus morhua*): evidence from storage tag data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 60: 1409-1423.

Sigmar Guðbjörnsson, Olav R. Godø, Ólafur K. Pálsson 2004. Mini GPS fish tags contributing to fisheries management. Sea Technology: 23-27, 2004.

Vilhjálmur Þorsteinsson og Guðrún Marteinsdóttir 1992. Þorskmerkingar við Norðaustur- og Austurland vorið 1991 og endurheimtur sama ár. Ægir, 85(2): 60-64.

Vilhjálmur Þorsteinsson og Guðrún Marteinsdóttir 1993. Þorskmerkingar í Stöðvarfirði og Gunnólfsvík 1991 og 1992 og endurheimtur til ársloka 1992. Ægir, 86:93-100.

Vilhjálmur Þorsteinsson og Ólöf Rós Káradóttir 2007. Sjávarfallatengt atferli þorsks/ Tidal influence in cod behaviour, Þættir úr vistfræði sjávar 2006. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit 130. pp 24-26.

