

Hafrannsóknir nr. 160

Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu 2001-2010

Ólafur K. Pálsson¹, Höskuldur Björnsson¹, Hrefna Gísladóttir²,
Guðmundur Jóhannesson² og Þórhallur Ottesen²

¹Hafrannsóknastofnunin

²Fiskistofa

Göngur þorsks til og frá friðunarsvæðum norðan Íslands

Jón Sólmundsson Stefán Á. Ragnarsson

Lífríki fjörunnar við útfall Reykjanesvirkjunar

Karl Gunnarsson, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Svanhildur Egilsdóttir

Reykjavík 2012

Efnisyfirlit

bls. / page

1. Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Hrefna Gísladóttir, Guðmundur Jóhannesson og Þórhallur Ottesen; **Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu 2001-2010**5
 2. Jón Sólmundsson og Stefán Á. Ragnarsson; **Göngur þorsks til og frá friðunarsvæðum norðan Íslands**.....15
 3. Karl Gunnarsson, Steinunn Hilma Ólafsdóttir og Svanhildur Egilsdóttir; **Lífríki fjörunnar við útfall Reykjanesvirkjunar**.....29
-

Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu 2001-2010

Ólafur K. Pálsson¹, Höskuldur Björnsson¹, Hrefna Gísladóttir²,
Guðmundur Jóhannesson² og Þórhallur Ottesen²

¹Hafrannsóknastofnunin

²Fiskistofa

ÁGRIP

Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Hrefna Gísladóttir, Guðmundur Jóhannesson og Þórhallur Ottesen. Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu 2001-2010. Hafrannsóknir nr. 160. Í þessari grein er lýst helstu niðurstöðum mælinga á brottkasti botnfiska, sem fram fóru árin 2001-2010, þar sem niðurstöður hafa verið endurreiknaðar með samræmdri gagnamedhöndlun. Mælingar á brottkasti beindust einkum að þorsk- og ýsuveiðum í helstu veiðarfæri. Brottkast þorsks var 659 tonn árið 2010 eða 0,43% af lönduðum afla, og er það næstlægsta hlutfall tímabilið 2001-2010. Brottkast ýsu var 727 tonn eða 1,17% af lönduðum afla 2010, og er það einnig næstlægsta brottkastshlutfall ýsu 2001-2010. Tímabilið 2001-2010 var meðalbrottkast þorsks sem hlutfall af lönduðum afla hæst í dragnótaveiðum (2,70%) og netaveiðum (1,34%), en minna í botnvörpuveiðum (0,77%) og línuveiðum (0,38%). Meðalbrottkast ýsu 2001-2010 var mest í dragnótaveiðum (4,30%) og botnvörpuveiðum (2,47%) en minnst í línuveiðum (0,40%). Meðalbrottkast þorsks 2001-2010 í öll veiðarfæri var 0,90% af lönduðum afla (1680 tonn) en brottkast ýsu 2,02% (1488 tonn). Brottkast þorsks og ýsu hefur verið minna síðustu þrjú til fjögur árin en fyrri ár tímabilsins 2001 til 2010.

INNGANGUR

Árlegar mælingar á brottkasti í fiskveiðum hér við land hófust árið 2001 og hafa nú staðið yfir í 10 ár (Ólafur K. Pálsson o.fl. 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010). Sömu aðferðafræðinni hefur verið beitt öll árin í reiknifræðilegu tilliti (sbr. Ólafur K. Pálsson 2003). Á hinn bóginn hefur verið viss þróun í vali á sýnum til að meta brottkastið. Fyrstu árin voru einkum notaðar sérstakar mælingar Fiskistofu vegna brottkasts, en einnig nýttar aðrar mælingar Fiskistofu, svo sem vegna smáfisks í afla, ef brottkastsmælingar voru takmarkaðar. Nokkur undanfarin ár hafa sýni verið valin úr tilteknum reit þar sem fjöldi mældra

ABSTRACT

Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Hrefna Gísladóttir, Guðmundur Jóhannesson and Þórhallur Ottesen. Discards of cod and haddock in demersal Icelandic fisheries 2001-2010. Marine Research in Iceland, 160. In this report existing discard data of the years 2001-2010 are recalculated using standardized data treatment, along with the same mathematical basis hitherto used in this project. The data collection was mainly directed towards the most important fisheries for cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Cod discards in 2010 amounted to 659 metric tons, 0.43% of landings, the second lowest proportion during the period 2001-2010. Haddock discards were 727 tons, 1.17%, also the second lowest proportion recorded during 2001-2010. Over the period 2001-2010 cod mean discards were highest in the Danish seine fishery (2.70%) and in the gill net fishery (1.34%) in terms of percentage of landings but lower in the demersal trawl fishery (0.77%), and in the long line fishery (0.38%). Haddock mean discards were highest in the Danish seine, (4.30%), and the demersal trawl (2.47%) fisheries, and lowest in the long line fishery (0.40%). Cod discards in all gear combined were 0.90% of landed catch (1680 tonnes), and haddock discards 2.02% (1488 tonnes). Less discarding was recorded in the fisheries for cod and haddock over the last three to four years than during previous years of the period 2001 to 2010.

fiska á sjó og í landi er meiri en 90 í hvorum flokki. Þá hafa, á síðustu árum, einnig verið teknar með í úrvinnslu viðbótarmælingar í landi, sem gerðar hafa verið af starfsmönnum Hafrannsóknastofnunarinnar, að því gefnu að mælingar á sjó séu einnig tiltækar í viðkomandi reit.

Af þessu leiðir að sá gagnagrunnur sem unnið hefur verið með var ekki fyllilega samþæfilegur á þessu 10 ára tímabili. Til að bæta úr þessu hefur brottkast verið endurreiknað og beitt sömu gagnamedhöndlun og reikniaðferðum öll árin.

Mælingar á brottkasti hafa m.a. þann tilgang að meta umfang brottkasts. Brottkaststölur er

Tafla 1. Fjöldi reita sem stóðust kröfu um umfang gagna eftir veiðarfærum 2001-2010. Heildarfjöldi reita er 84 innan marka 63-67°N og 12-26°V.

Table 1. Number of statistical squares, by gear and species 2001-2010, in which numbers measured at sea and from landings were at least 90 fish per square. The total number of squares within latitudes 63-67°N and longitudes 12-26°W amounts to 84, each square measuring ~25x30 nm.

Ár (Year)	Þorskur (Cod)				Ýsa (Haddock)		
	Lína (Long line)	Net (Gill net)	Dragnót (Danish seine)	Botnvarpa (Dem. Trawl)	Lína (Long line)	Dragnót (Danish seine)	Botnvarpa (Dem. Trawl)
2001	7	19	4	24	4	3	13
2002	16	14	8	27	13	6	28
2003	18	16	6	19	12	6	25
2004	22	19	8	20	21	9	24
2005	31	18	8	24	33	12	31
2006	32	20	4	18	30	12	21
2007	27	21	6	25	30	12	31
2008	39	18	9	17	39	17	23
2009	29	18	11	20	29	16	20
2010	31	15	4	23	25	8	21

unnt að taka inn í stofnmat og taka þannig tillit til fiskveiðidauða af þessum toga. Það hefur þó ekki verið gert, þar sem gagnaröðin hefur til þessa ekki talist nægilega löng til að hafa marktækt notagildi í stofnmati. Þá liggur fyrir að brottkast hefur minnkað síðustu árin frá því sem var við upphaf þessa verkefnis. Ef brottkast hefði alltaf verið svipað og það er metið á árunum 2001-2010 væru áhrif þess á stofnmat mjög lítil.

Frá upphafi hafa þessar mælingar einkum beinst að þorski og ýsu og náð til helstu veiðarfæra, þ.e. línu, neta, dragnótar og botnvörpu. Einnig hafa verið talsverðar mælingar á ufsa og gullkarfa í botnvörpuveiðum. Mælingar á öðrum tegundum hafa verið takmarkaðar og sjaldnast nægilegar til að fá marktækt mat á brottkasti. Á árinu 2004 var þó áttak í mælingum á skarkola í dragnót og dugðu þær til að fá marktækt mat á brottkasti skarkola það árið (Ólafur K. Pálsson ofl. 2005). Brottkast þorsks í handfæraveiðum var metið árin 2005-2006.

Í þessari grein verður fyrst fjallað um brottkast þorsks og ýsu árið 2010. Síðan verður gerð grein fyrir endurmetnum niðurstöðum fyrir þessar tegundir fyrir tímabilið 2001 til 2010. Ekki þykir ástæða til að fjölýrða um brottkast annarra tegunda þar sem það hefur ýmist verið sáralítið (ufsi og gullkarfi) eða gögn oftast verið of takmörkuð til að standa undir marktækri greiningu brottkasts.

GÖGN OG AÐFERÐIR

Aðferðin sem beitt er til að meta brottkast er háð því að tiltækar séu lengdarmælingar á aflu upp úr sjó annarsvegar (sjósýni), þ.e. áður en hugsanlegt brottkast á sér stað, og hinsvegar lengdarmælingar á lönduðum aflu (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 þá viðbót við brottkast sem mælt er með þessari lengdarháðu aðferð. Ætla verður að slíkt brottkast eigi sér stað í fiskveiðunum. Mat á slíku brottkasti krefst annarra gagna og aðferða en hér er beitt. Slík gögn eru ekki tiltæk og því er ekki unnt að gera grein fyrir heildarumfangi brottkasts. Það brottkast sem lýst er í þessari grein er því skilgreint sem lágmarksbrottkast á Íslandsmiðum á þeim fisktegundum sem það beinist að. Aðferðafræðinni hefur verið lýst ítarlega á öðrum vettvangi (Ólafur K. Pálsson 2002, 2003) og er því ekki gerð frekari skil hér.

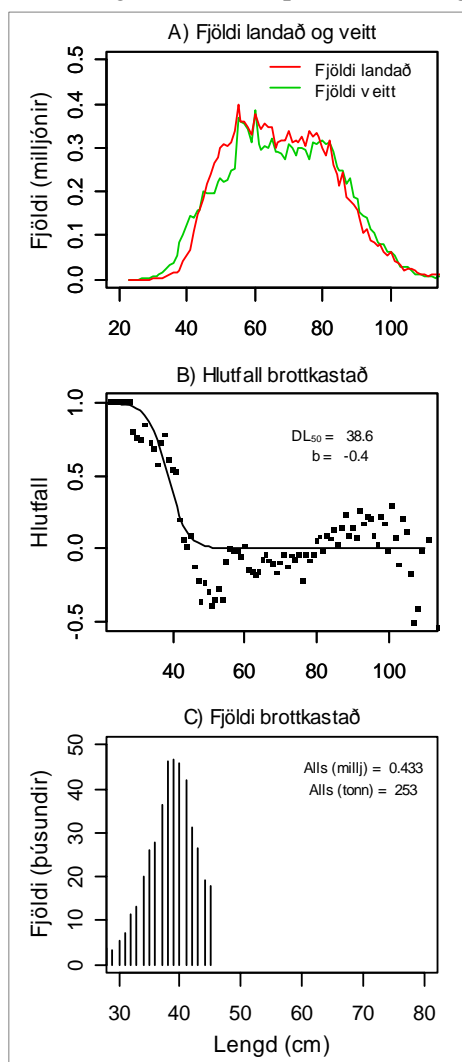
Meginreglan við gagnasöfnun hjá dagróðrabátum er að velja báta af handahófi til mælinga. Mælt er úr tilteknum báti við löndun (landsýni) og síðan er farið með sama báti í næsta róður og þá mælt úr aflu upp úr sjó (sjósýni). Þessi aðferð hefur reynst vel hjá netabátum og öðrum dagróðrabátum, en hentar síður í veiðum þar sem sjóferðir eru lengri og skipta jafnvel vikum, t.d. hjá togurum. Á skipum í lengri sjóferðum er verklag í meginatriðum sambærilegt, en er þó

erfiðara í framkvæmd vegna lengdar sjóferða. Í slíkum sjóferðum er tekið a.m.k. eitt sýni á dag til mælingar áður en aflinn er meðhöndlaður af skipverjum. Í hverju þorsksýni voru mældir allt að 200 fiskar í öllum veiðum nema í netaveiðum 2001 til 2007 allt að 100 þorskar. Í hverju ýsu-sýni voru mældir allt að 100 fiskar 2001 til 2007, en allt að 200 fiskar síðari árin.

Við úrvinnslu gagna er meginreglan að velja eingöngu sýni úr brottkastsmælingum í þeim reitum (tilkynningaskyldureitum) þar sem bæði eru tiltækar mælingar á sjó (sjósýni) og úr lönduðum afla (landsýni), að lágmarki 90 fiskar á sjó og 90 fiskar í landi í viðkomandi reit. Þessu til viðbótar eru teknar mælingar í landi úr öðrum mælingaverkefnum 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. Gagnasöfnun hefur verið jöfnust í þorskanet hvað varðar fjölda reita, en náð til flestra reita í línuveiðum og botnvörpuveiðum. Gagnasöfnun í drag-nótaveiðum hefur náð til færri reita, enda fæst mjög stór hluti dragnótarafra í fáum reitum og hlutdeild dragnótar í þorskveiðum er ekki há (tafla 1).

Umfang mælinga í heild, í þeim reitum sem stóðust kröfu um lágmark mældra fiska, var mest hjá þorski tímabilið 2002 til 2006 en hefur verið lægra síðari ár (tafla 2). Hjá ýsu var umfang mælinga í takt við afla, vaxandi allt til ársins 2007/2008 en lægra eftir það.



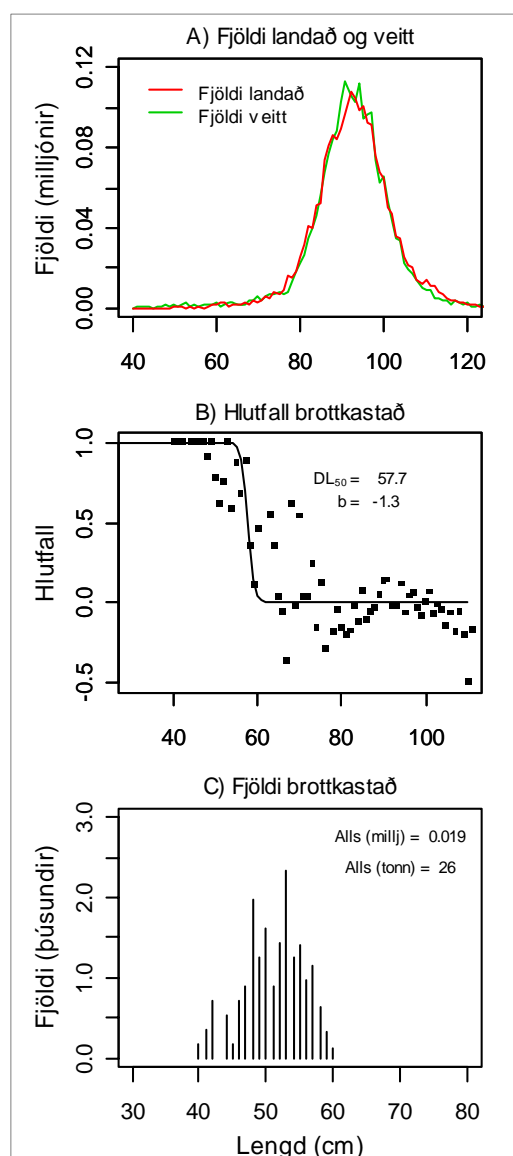
1. mynd. Brottkast þorsks í línuveiðum 2010.

Fig. 1. Discarding of cod in the long-line fishery 2010.

A) Numbers landed (red line) and numbers caught (green line) by length of cod.

B) Proportion discarded by length of cod.

C) Length distribution of discards.



2. mynd. Brottkast þorsks í netaveiðum 2010.

Fig. 2. Discarding of cod in the gillnet fishery 2010.

NIÐURSTÖÐUR

Brottkast þorsks 2010

Brottkast þorsks í línuveiðum 2010 er sýnt á 1. mynd. Á 1. mynd A) má sjá annars vegar lengdardreifingu veidds þorsks, þ.e. fisks sem mældur er um borð í fiskiskipum áður en brottkast á sér stað, og hins vegar lengdardreifingu landaðs þorsks, þ.e. fisks sem mældur er í landi eftir að hugsanlegt brottkast hefur farið fram. Myndin gefur til kynna eitthvert brottkast á smáum fiski, en hins vegar er ákveðið misræmi í gögnum sem sést af því að meira er landað en veitt er af 45-55cm fiski. Á 1. mynd B) má sjá hvernig brottkast, sem hlutfall af fjölda veiddra fiska, breytist með lengd fisksins. Í þessu tilviki er brottkast 100% hjá fiski undir 29 cm, en minnkar síðan með vaxandi lengd fisksins. Reiknistærðin DL_{50} , sem nefna mætti miðlengd brottkasts, er 38,6 cm, en við þá lengd er brottkast 50% af fjölda fiska. Á 1. mynd C) má loks sjá lengdardreifingu brottkastsins og nær það yfir lengdarbilið 29-45 cm. Brottkast þorsks á línu 2010 var alls 433 þúsund fiskar eða 253 tonn. Brottkastshlutfall

(þyngd brottkasts/þyngd landaðs afla) var 0,44% (tafla 3), og er það nálægt meðal-brottkasti (0,38%) í þessum veiðum. Brottkastið var 0,03% árið 2009 skv. endurreiknaðri niðurstöðu (tafla 4).

Sáralítið brottkast mældist á þorski í netaveiðum árið 2010, eða 19 þúsund fiskar og 26 tonn. Brottkastshlutfall var 0,16% (2. mynd), svipað og árin 2008–2009 en mun lægra en 2001–2007. Í netaveiðunum er besta samræmið milli lengdardreifinga í lönduðum afla og sjósýnum (2. mynd A).

Brottkast þorsks í dragnót reyndist vera 203 þúsund fiskar og 277 tonn og brottkastshlutfall var 3,34% (3. mynd). Mælingar voru mjög takmarkaðar (sbr. töflu 3) og því ber að taka þessar niðurstöður með fyrirvara. Niðurstaðan er hins vegar nærri meðaltali árána 2001–2010 (2,70%).

Brottkast þorsks í botnvarpu nam 148 þúsund fiskum eða 103 tonnum og brottkastshlutfallið var 0,14% (4. mynd). Þetta er lægsta brottkastshlutfall í þessum veiðum síðan 2003 en meðaltal árána 2001–2010 er 0,77%. Samræmið milli lengdarmælinga á sjó og í landi er nokkuð gott (4. mynd A).

Tafla 2. Fjöldi mældra þorska (a) og ýsa (b) 2001-2010 á sjó (Sjósýni) og úr lönduðum afla (Landsýni), eftir veiðarfærum í þeim reitum sem stöðust kröfu um lágmark mældra fiska. Öll veiðarfæri tákna þau veiðarfæri sem mat á brottkasti náði til viðkomandi ár.

Table 2. Number of cod (a) and haddock (b) measured during the years 2001-2010 at sea (Sjósýni) and from landings (Landsýni) by species and gear, from squares in which numbers measured at sea and from landings were at least 90 fish per square. All gear includes gear for which discards were estimated in a given year.

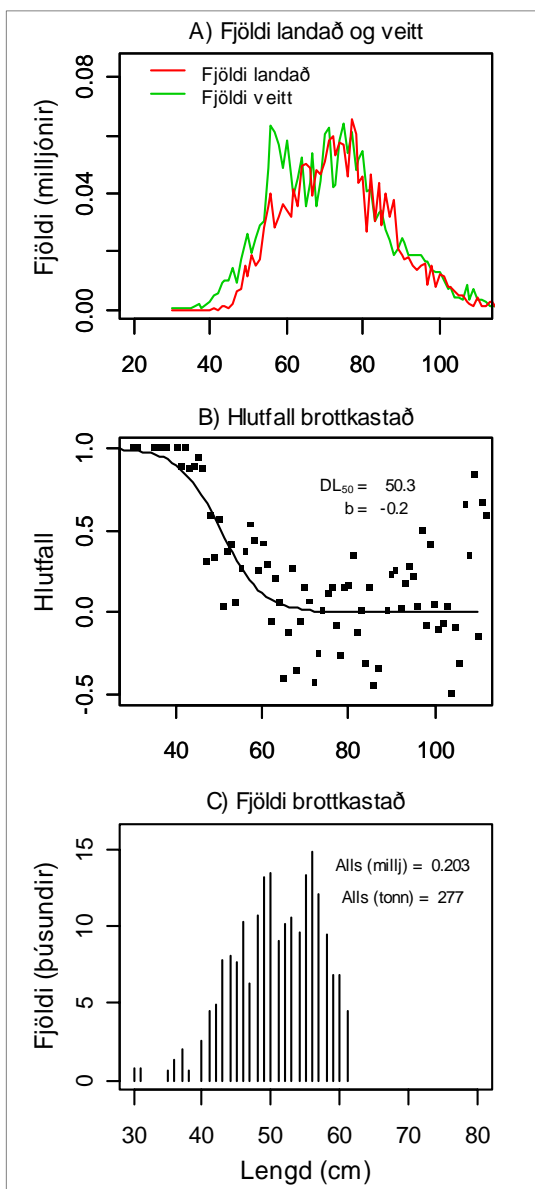
(a) Þorskur (cod)

Ár (Year)	Lína (Long line)		Net (Gill net)		Dragnót (Danish seine)		Botnvarpa (Demersal trawl)		Öll veiðarfæri (All gear)	
	Sjósýni	Landsýni	Sjósýni	Landsýni	Sjósýni	Landsýni	Sjósýni	Landsýni	Sjósýni	Landsýni
2001	3527	5076	16043	19872	3629	2637	25469	13055	48668	40640
2002	14508	11527	20297	18895	6640	7675	78541	23623	119986	61720
2003	19059	15282	16198	14030	2584	5840	55518	13820	93359	48972
2004	18877	29896	14472	11856	4902	5041	48548	19480	86799	66273
2005	40958	47191	20067	13904	5921	5682	47207	25861	114153	92638
2006	35226	40779	15466	14887	3172	4573	29522	17811	83386	78050
2007	22339	27945	10082	10920	5281	5749	31135	13450	68837	58064
2008	46278	32014	9766	9483	5321	4589	25666	11624	87031	57710
2009	31996	24599	11278	10671	7670	5595	24500	16359	75444	57224
2010	27615	23613	11167	11640	2677	2725	20692	15641	62151	53619

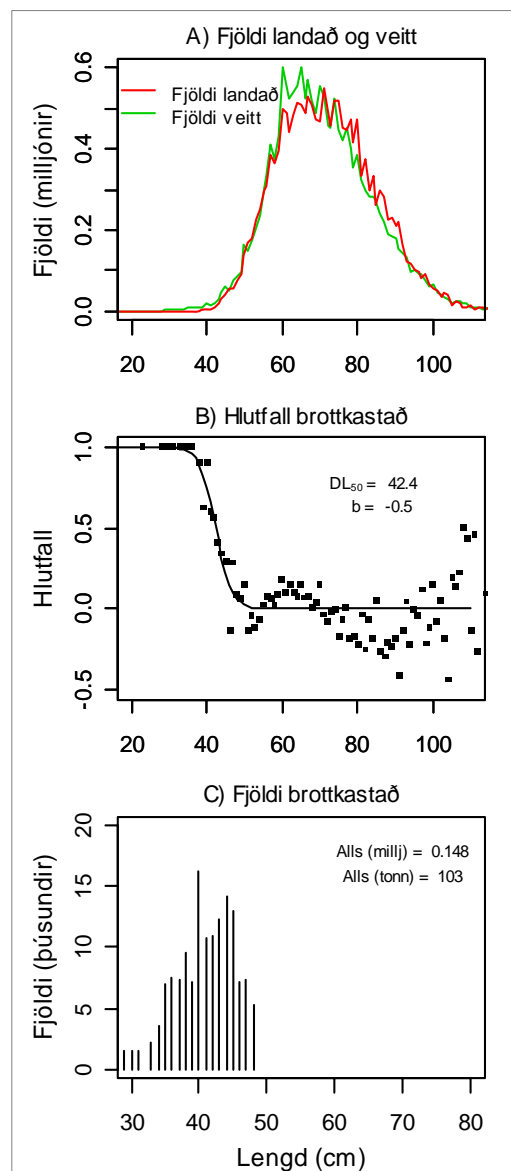
(b) Ýsa (haddock)

Ár (Year)	Lína (Long line)		Dragnót (Danish seine)		Botnvarpa (Demersal trawl)		Öll veiðarfæri (All gear)	
	Sjósýni	Landsýni	Sjósýni	Landsýni	Sjósýni	Landsýni	Sjósýni	Landsýni
2001	(691)	(2922)	(1068)	(448)	4785	5622	4785	5622
2002	6161	6704	(2217)	(1901)	41448	16178	47609	22882
2003	5319	10261	(2136)	(2215)	28671	11884	33990	22145
2004	11503	10581	3599	3250	39294	11952	54396	25783
2005	16485	24795	6480	4909	47093	15602	70058	45306
2006	23324	26169	10574	7572	21999	11764	55897	45505
2007	24071	28295	14517	7292	57249	14384	95837	49971
2008	37284	30688	13474	9400	27165	10769	77923	50857
2009	21141	22039	17290	7784	15399	6808	53830	36631
2010	15416	16381	4144	6008	15708	11395	35268	33784

() Brottkast ekki metið (Discard not estimated)



3. mynd. Brottkast þorsks í dragnótaveiðum 2010.
Fig. 3. Discarding of cod in the Danish seine fishery 2010.

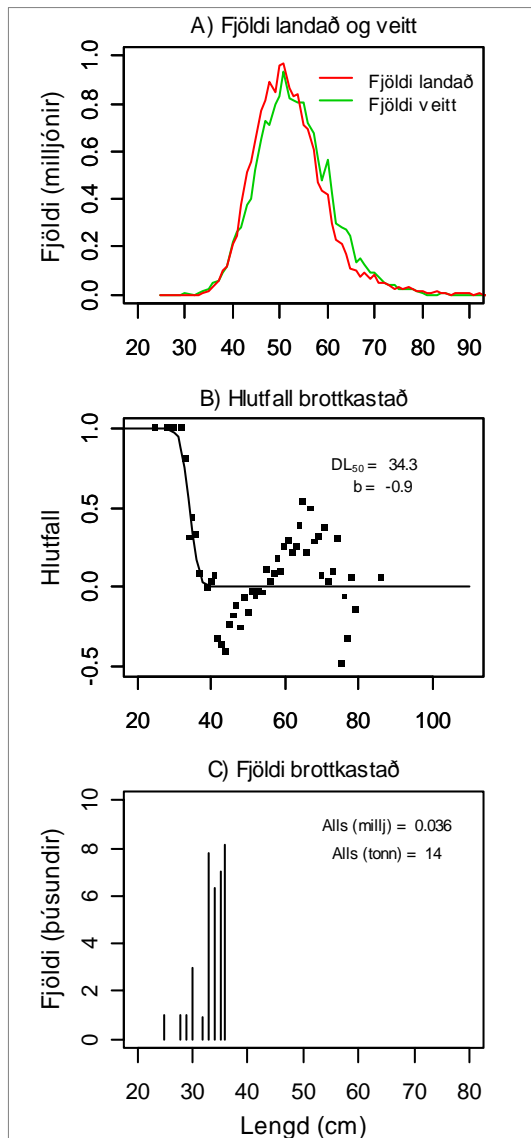


4. mynd. Brottkast þorsks í botnvörpuveiðum 2010.
Fig. 4. Discarding of cod in the demersal trawl fishery 2010.

Tafla 3. Landaður afli (tonn), brottkast (fjöldi fiska og þyngd) og brottkast sem hlutfall (%) af lönduðum afla þorsks og ýsu eftir veiðarfærum 2010.

Table 3. Landings (tonnes), discards in numbers (thousand fish) and weight (tonnes) and as a proportion (%) of landings, by species and gear 2010.

Tegund (Species)	Veiðarfæri (Gear)	Afli (Landings)	Brottk. (þús.) (Discards nrs.)	Brottk. (tonn) (Disc. tonnes)	Brottk. (%) (Disc. %)
Þorskur (Cod)	Lína (Long line)	57492	433	253	0.44
Þorskur	Net (Gill net)	16552	19	26	0.16
Þorskur	Dragnót (Dan. seine)	8287	203	277	3.34
Þorskur	Botnvarpa (Dem. trawl)	72094	148	103	0.14
Þorskur	Samtals (All gear)	154425	803	659	0.43
Ýsa (Haddock)	Lína (Long line)	23915	36	14	0.06
Ýsa	Dragnót (Dan. seine)	9563	14	5	0.05
Ýsa	Botnvarpa (Dem. trawl)	28459	1637	708	2.49
Ýsa	Samtals (All gear)	61937	1687	727	1.17



5. mynd. Brottkast ýsu í línuveiðum 2010.

Fig. 5. Discarding of haddock in the long-line fishery 2010.

Brottkast ýsu 2010

Brottkast ýsu á línu var mjög lítið árið 2010 eða 36 þúsund fiskar og 14 tonn og brottkastshlutfallið 0,06% (5. mynd, tafla 3). Árið 2009 var brottkastið enn minna, en meðaltal árunna 2002-2010 er 0,40% (tafla 4). Lengdardreifing úr landsýnum er svipuð og úr sjósýnum (5. mynd A) en þó er sá hængur á að fiskur úr landsýnum er heldur styttri en úr sjósýnum, vísbending um að gögnin séu ekki alveg sambærileg t.d með tilliti til árstíma.

Brottkast ýsu í dragnót var einnig sáralítið eða 14 þúsund fiskar og 5 tonn. Brottkastshlutfallið var 0,05% (6. mynd) sem er mun lægra en áður hefur mælst í þessum veiðum, en

meðaltal árunna 2004 – 2010 er 4,30%.

Brottkast ýsu í botnvörpu var 1637 þúsund fiskar eða 708 tonn og brottkastshlutfallið 2,49% (7. mynd, tafla 3). Þetta er nærri meðaltali árunna 2001-2010 (2,47%).

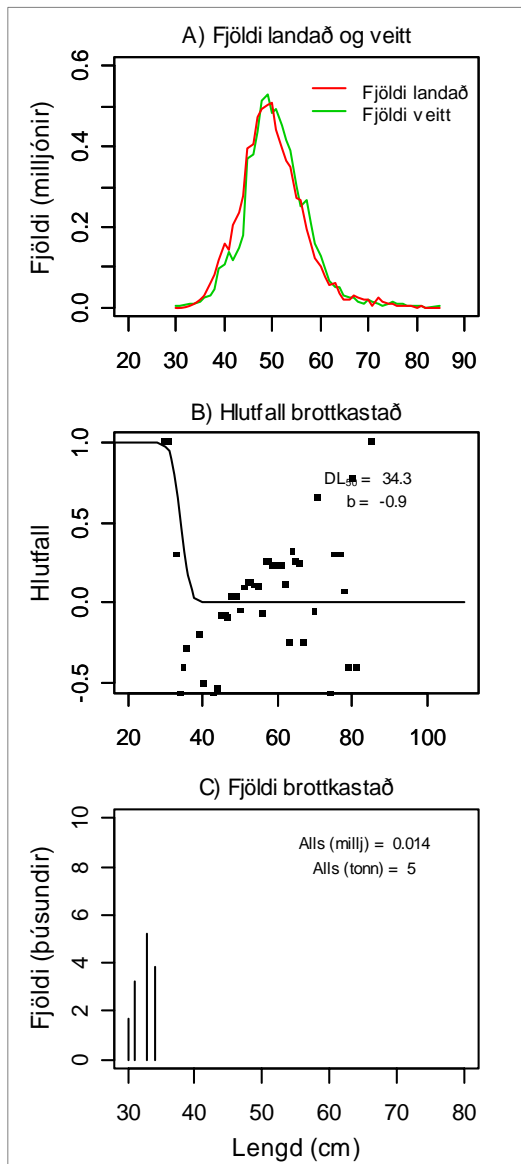
Miðlengd brottkasts ýsu (DL_{50}) var hæst í botnvörpu (37,2 cm) en talsvert lægri í línuveiðum og dragnótaveiðum (34,3 cm). Stærri ýsu er því kastað í botnvörpuveiðum. Jafnframt sýna miðlengdir þorsks og ýsu að brottkastþorskur er talsvert stærri en brottkastsýsa.

Brottkast 2001-2010

Eins og fyrr var getið hefur brottkast verið endurreiknað með sömu aðferðum og gagnameðhöndlun þau 10 ár sem brottkastsmælingar ná yfir. Þetta endurmat gerir strangari kröfur um gögn, sem felast m.a. í því að mælingar í tilteknum reit eru aðeins notaðar ef tiltæk eru bæði sjósýni og landsýni í reitnum. Við þetta minnkar nothæfur gagnagrunnur og niðurstöður hljóta því að breytast í einhverjum mæli.

Brottkast þorsks í línuveiðum er metið 1,81% árið 2001 en mjög lágt árin 2002-2010 eða 0,03-0,44% af lönduðum afla og 0,38% að meðaltali 2001-2010. (8. mynd, tafla 4). Brottkast þorsks í net var mjög lítið árin 2008 til 2010 borið saman við 2001-2007. Það var hæst 2001 og 2005 eða 5,24% og 2,26%. Brottkast þorsks í net var að meðaltali 1,34% tímabilið 2001-2010. Brottkast þorsks í dragnót var mjög hátt fyrstu 2 ár mælinga eða um 7-8%, en breytilegt á árunum 2003-2010 eða 0,1-4,5% og 2,70% að meðaltali. Þessi breytileiki endurspeglar væntanlega gæði gagnanna sem eru fremur takmörkuð hvað varðar fjölda fiska ár hvert. Brottkast þorsks í botnvörpu var mjög lágt skv. þessu mati fyrstu fjögur árin eða 0,1-0,5%, en jókst síðan talsvert og var 1,3-2,5% á árunum 2005-2007. Frá 2008 hefur brottkastið aftur verið undir 1% markinu. Meðalgildi brottkasts þorsks í botnvörpu nemur 0,77% 2001-2010.

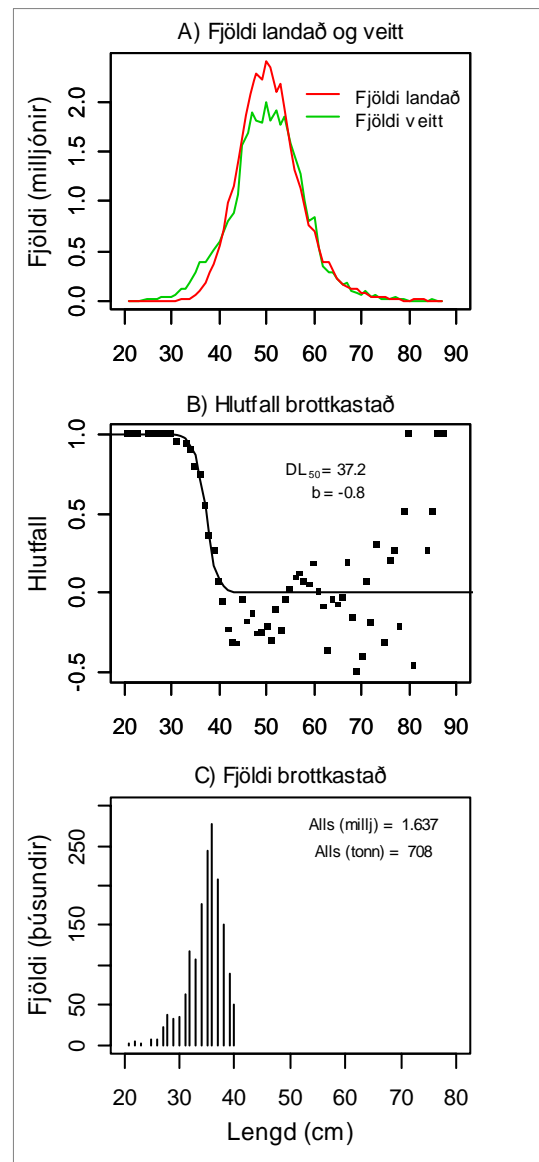
Brottkast ýsu hefur þróast með mismunandi hætti í þau þrjú veiðarfæri sem mælingar ná til (8. mynd, tafla 5). Í línuveiðum var brottkast hlutfallslega mikið árin 2005 og 2006 miðað við þessar veiðar eða um 1,25%. Hin árin var brottkast hins vegar á bilinu 0-0,6%. Meðalbrottkast ýsu á línu var 0,40% tímabilið 2001-2010. Brottkast ýsu í dragnót hefur



6. mynd. Brottkast ýsu í dragnótaveiðum 2010.

Fig. 6. Discarding of haddock in the Danish seine fishery 2010.

sveiflast mjög frá ári til árs, eins og hjá þorski vegna takmarkaðra gagna. Hlutfall brottkasts er metið á bilinu 3-9% árin 2001-2009 en nánast ekkert árið 2010. Meðalbrottkast ýsu í dragnót var 4,30% tímabilið 2004-2010, mun hærra en á línu og í botnvörpu. Meðalbrottkast ýsu í botnvörpu var 2,47% 2001-2010. Breytileiki var mikill eða frá 0,66% árið 2007 í 7,02% árið 2003. Árin 2007-2009 var brottkastið lítið en jókst aftur á árinu 2010. Brottkast í botnvörpuveiðunum hefur verið helsta uppspretta ýsubrottkasts, að frátöldum árunum 2007 til 2009, þegar dragnótaveiðar voru stærstar í þessu tilliti, þrátt fyrir að ýsuafli í það



7. mynd. Brottkast ýsu í botnvörpuveiðum 2010.

Fig. 7. Discarding of haddock in the demersal trawl fishery 2010.

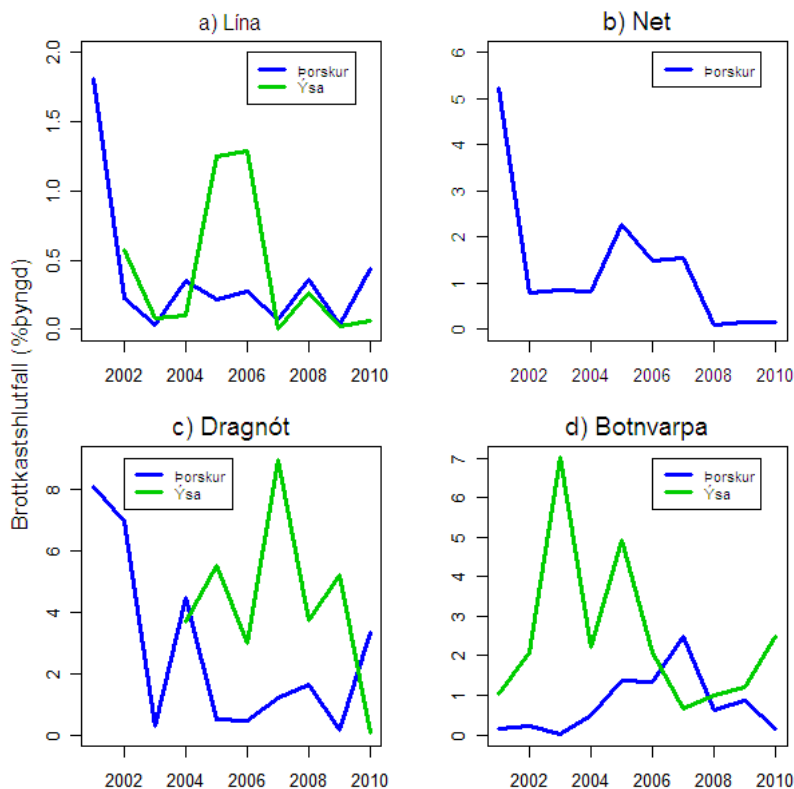
veiðarfæri sé verulega minni en í botnvörpu og á línu.

Brottkast þorsks og ýsu í heild er sýnt á 9. mynd sem hlutfall af lönduðum afla í þyngd (þyngdarhlutfall). Brottkast ýsu reis hæst 2003 og 2005, en hefur verið 1,2-1,9% síðan 2006, svipað og það var árin 2001-2002. Meðalbrottkast ýsu í öll veiðarfæri var 2,02%. Brottkast þorsks hefur tekið minni breytingum, og oftast verið á bilinu 0,2-1,4%, og um 0,5% síðan 2008. Meðalbrottkast þorsks í öll veiðarfæri var 0,90%.

Tafla 4. Brottkast þorsks 2001-2010 í fjölda fiska og þyngd. Fjöldatölur eru í þúsundum fiska og þyngdartölur í tonnum.

Table 4. Cod discards 2001-2010 by numbers of fish and weight. Numbers are given in thousand fish and weight in tonnes.

Ár (Year)	Lína (Long line)						Net (Gill net)					
	Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)			Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)		
	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)
2001	18626	1304	7.00	47169	854	1.81	7764	1023	13.18	53653	2810	5.24
2002	15103	190	1.26	42404	97	0.23	6139	173	2.82	44052	350	0.79
2003	16066	25	0.16	44654	13	0.03	5846	206	3.52	37420	318	0.85
2004	22624	389	1.72	57382	199	0.35	5807	192	3.31	37251	302	0.81
2005	24986	256	1.02	69443	152	0.22	4780	396	8.28	31500	711	2.26
2006	26699	395	1.48	71036	194	0.27	3358	155	4.62	23315	345	1.48
2007	21978	98	0.45	58942	43	0.07	3180	159	5.00	23338	362	1.55
2008	18204	343	1.88	53843	195	0.36	2645	15	0.57	19109	19	0.10
2009	20412	39	0.19	61008	16	0.03	2887	23	0.80	21859	36	0.16
2010	15626	433	2.77	57492	253	0.44	2015	19	0.94	16552	26	0.16
Meðaltal	20032	347	1.79	56337	202	0.38	4442	236	4.30	30805	528	1.34
Ár (Year)	Dragnót (Danish seine)						Botnvarpa (Demersal trawl)					
	Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)			Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)		
	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)
2001	4274	1056	24.71	16958	1366	8.06	34096	250	0.73	97033	138	0.14
2002	3868	706	18.25	13486	938	6.96	30600	303	0.99	85586	179	0.21
2003	4283	56	1.31	13209	39	0.30	33752	47	0.14	86999	28	0.03
2004	4859	397	8.17	14132	630	4.46	31624	575	1.82	94045	466	0.50
2005	3958	64	1.62	12690	61	0.48	25520	1135	4.45	82798	1140	1.38
2006	2785	47	1.69	10354	47	0.45	25888	1146	4.43	80096	1075	1.34
2007	2468	116	4.70	8637	104	1.20	20981	1433	6.83	69798	1734	2.48
2008	2660	195	7.33	8426	137	1.63	16333	457	2.80	56857	357	0.63
2009	2524	23	0.91	10363	15	0.14	21279	741	3.48	77172	670	0.87
2010	1859	203	10.92	8287	277	3.34	17628	148	0.84	72094	103	0.14
Meðaltal	3354	286	7.96	11654	361	2.70	25770	624	2.65	80248	589	0.77
Ár (Year)	Öll veiðarfæri (All gear)											
	Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)								
	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)						
2001	64760	3633	5.61	214813	5168	2.41						
2002	55710	1372	2.46	185528	1564	0.84						
2003	59947	334	0.56	182282	398	0.22						
2004	64914	1553	2.39	202810	1597	0.79						
2005	59244	1851	3.12	196431	2064	1.05						
2006	58730	1743	2.97	184801	1661	0.90						
2007	48607	1806	3.72	160715	2243	1.40						
2008	39842	1010	2.54	138235	708	0.51						
2009	47102	826	1.75	170402	737	0.43						
2010	37128	803	2.16	154425	659	0.43						
Meðaltal	53598	1493	2.73	179044	1680	0.90						



8. mynd. Brottkastshlutfall (%þyngd) þorsks og ýsu eftir veiðarfærum 2001- 2010.

Fig. 8. Discard rate (%weight) of cod and haddock 2001 – 2010, a) long-line, b) gill net, c) Danish seine, d) demersal trawl.

Tafla 5. Brottkast ýsu 2001-2010 í fjölda fiska og þyngd. Fjöldatölur eru í þúsundum fiska og þyngdartölur í tonnum. Brottkast var ekki metið í línuveiðum 2001 og í dragnótaveiðum 2001-2003.

Table 5. Haddock discards 2001-2010 by numbers of fish and weight. Numbers are in thousand fish and weight in tonnes. Discards were not estimated for long line 2001 and for Danish seine 2001-2003

Ár (Year)	Lína (Long line)						Dragnót (Danish seine)					
	Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)			Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)		
	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)
2001												
2002	9386	186	1.98	13638	78	0.57						
2003	11749	33	0.28	17284	14	0.08						
2004	15325	64	0.42	23185	24	0.10	4215	329	7.81	8060	297	3.68
2005	19837	867	4.37	30766	385	1.25	6384	914	14.32	10426	576	5.52
2006	24715	859	3.48	36236	456	1.26	7778	618	7.95	12707	378	2.97
2007	28737	4	0.01	37198	1	0.00	9417	1788	18.99	12860	1151	8.95
2008	25500	190	0.75	33053	86	0.26	13400	1141	8.51	16455	614	3.73
2009	21017	19	0.09	26572	6	0.02	11414	1053	9.23	15126	785	5.19
2010	15829	36	0.23	23915	14	0.06	7242	14	0.14	9563	5	0.05
Meðaltal	19122	251	1.29	26872	118	0.40	8550	837	9.56	12171	544	4.30
Ár (Year)	Botnvarpa (Demersal trawl)						Öll veiðarfæri (All gear)					
	Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)			Fjöldi (Numbers)			Þyngd (Weight)		
	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)	Afli (Landings)	Brottkast (Discards)	% brottk. (%disc.)
2001	15926	534	3.35	21744	224	1.03	15926	534	3.35	21744	224	1.03
2002	22273	1308	5.87	29897	623	2.08	31659	1494	4.72	43535	701	1.61
2003	23552	3478	14.77	35594	2500	7.02	35301	3511	9.95	52878	2514	4.75
2004	33960	2036	6.00	49922	1099	2.20	53500	2429	4.54	81167	1420	1.75
2005	32637	4351	13.33	51899	2552	4.92	58858	6132	10.42	93091	3513	3.77
2006	31460	1872	5.95	45489	945	2.08	63953	3349	5.24	94432	1779	1.88
2007	44511	807	1.81	56060	372	0.66	82665	2599	3.14	106118	1524	1.44
2008	40063	1084	2.71	50922	512	1.01	78963	2415	3.06	100430	1212	1.21
2009	27869	1017	3.65	38822	471	1.21	60300	2089	3.46	80520	1262	1.57
2010	36179	1637	4.52	28459	708	2.49	59250	1687	2.85	61937	727	1.17
Meðaltal	30843	1812	6.20	40881	1001	2.47	54038	2624	5.07	73585	1488	2.02

ÞAKKIR

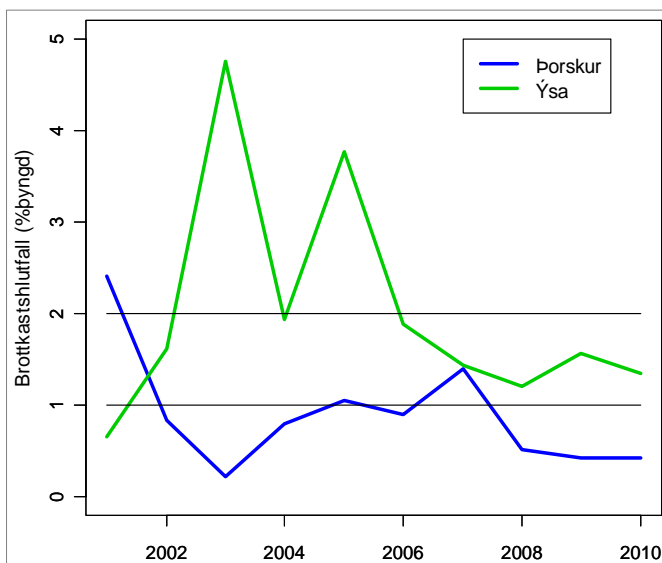
Veiðieftirlitsmenn Fiskistofu önnuðust gagnasöfnun um borð í fiskiskipum og í fiskvinnslum. Starfsmenn Hafrannsóknastofnunarinnar önnuðust gagnaskráningu og aðra meðhöndlun gagna í landi.

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/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=859535372&_sort=d&view=c&_acct=C000068845&_version=1&_urlVersion=0&_userid=5915182&md5=bea77933342e88a0585e34de494384e6).

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>).



9. mynd. Heildarbrottkast þorsks í línu-, neta-, dragnóta- og botnvörpuveiðum og ýsu í línu-, dragnóta- og botnvörpuveiðum 2001 – 2010, sem hlutfall af lönduðum afla (% þyngd). Láréttar línur eru dregnar við 1% og 2% brottkast.

Fig. 9. Total discards of cod in the long-line, gill net, Danish seine and bottom trawl fisheries, and haddock in the long-line, Danish seine and bottom trawl fisheries 2001 – 2010, as a proportion (%) of landings in weight. Horizontal lines are drawn at 1% and 2% discard levels.

-
- 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/fjolr134.pdf>)
- Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Ari Arason, Eyþór Björnsson, Guðmundur Jóhannesson, og Þórhallur Ottesen 2008. Mælingar á brottkasti botnfiska 2007. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 142: 5-16. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/fjolrit-142.pdf>)
- Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Ari Arason, Eyþór Björnsson, Guðmundur Jóhannesson, og Þórhallur Ottesen 2009. Mælingar á brottkasti botnfiska 2008. Hafrannsóknir (Marine Research in Iceland), nr. 147: 5-16. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/fjolrit-147.pdf>)
- Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Eyþór Björnsson, Guðmundur Jóhannesson, og Þórhallur Ottesen 2010. Mælingar á brottkasti botnfiska 2009. Hafrannsóknir (Marine Research in Iceland), nr. 154: 5-16. (<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/fjolrit-154.pdf>)
-

Göngur þorsks til og frá friðunarsvæðum norðan Íslands

Jón Sólmundsson
Stefán Á. Ragnarsson

Hafrannsóknastofnunin

ÁGRIP

Jón Sólmundsson og Stefán Á. Ragnarsson 2012. Göngur þorsks til og frá friðunarsvæðum norðan Íslands. Hafrannsóknir 160.

Niðurstöður merkinga voru skoðaðar með tvennskonar hætti til að kanna ferðir þorska til og frá friðunarsvæðum norðvestan og norðaustan Íslands. Annarsvegar voru skoðaðar göngur þorska frá svæðunum þar sem stuðst var við merkingar innan svæðanna. Hinsvegar voru kannaðar ferðir þorska að friðunarsvæðunum og voru þá notaðar allar merkingar við landið á árabílinu 1991-2010.

Sumrin 2004 og 2005 fóru fram rannsóknir á friðunarsvæðum norðvestur og norðaustur af landinu. Í þessum leiðingrum voru um 3100 þorskar merktir til að athuga hvar þorskar sem halda sig á eða við friðunarsvæði koma fram í veiðum og hvort munur væri á göngum frá friðunarsvæðum norðvestan og norðaustan Íslands. Þorskar merktir NA af Horni veiddust flestir við vestanvert landið. Fram komu göngur frá þessu svæði á hrygningarsvæðin við Reykjanes, í Faxaflóa og Breiðafirði. Á fæðuöflunartíma fengust þorskar úr þessari merkingu aðallega á Halamiðum og úti fyrir Norðurlandi. Dreifing endurheimta úr merkingunni út af Langanesi var með öðrum hætti, því merktir þorskar veiddust allt í kringum landið. Á sumrin og haustin fengust flestir á miðunum fyrir norðaustan og austan land, en á hrygningartíma fengust endurheimtur víða við landið, auk þess sem einn þorskur fékkst austan við Færeyjar í maí 2007.

Þorskar sem endurheimtust nærri friðunarsvæðinu norðvestur af landinu árin 1991-2010 komu aðallega frá merkingum vestanlands en þorskar sem endurheimtust nærri friðunarsvæðinu norðaustan við landið frá merkingum sunnan- og austanlands. Ólíkt göngumynstur bendir til þess að friðunarsvæðin fyrir norðaustan og norðvestan snerti fiskveiðar á ólíkum svæðum við landið.

INNGANGUR

Með landgrunnslögum Alþingis frá 1948 var fyrst bundið í lög að sjávarútvegsráðuneytið gæti sett reglur um friðunarsvæði á landgrunni Íslands. Í fyrstu var verndun takmörkuð við togveiðar og gildi það um grunnslóðina innan flóa og fjarða (Sigfús A. Schopka 2007). Veiðar á

ABSTRACT

Jón Sólmundsson and Stefán Á. Ragnarsson 2012. Migration of cod (Gadus morhua) to and from protected areas north of Iceland. Marine Research in Iceland 160.

This study considered two approaches to evaluate the spatial distribution patterns of cod in relation to marine protected areas (MPAs). Firstly, by investigating the distribution of recaptures of cod tagged within the MPAs and secondly by evaluating migration patterns of cod into the MPAs or adjacent fishing grounds, based on all available tagging data in Icelandic waters between 1991-2010.

In the summers of 2004 and 2005 a total of 3100 cod were tagged inside and adjacent to MPAs located northwest and northeast of Iceland. The main aim was to investigate the migration pattern of cod inhabiting the MPAs, and differences in migration patterns off the northwest and northeast coasts. Cod tagged northwest of Iceland were mostly recaptured off the western part of Iceland. Similar to earlier studies, there was a pronounced migration to spawning grounds off the southwest and west coasts during winter, whereas to northwest and north in the feeding season. The distribution of recaptures from the tagging study northeast of Iceland was quite different to that in the northwest. During the spawning season, recaptures were distributed widely around Iceland and, moreover, a single cod was recaptured east of the Faroe Islands. In the feeding season the cod were mainly recaptured northeast and east of Iceland.

Cod recaptured within or near MPAs northwest of Iceland in 1991-2010 originated mainly from tagging areas off west Iceland, whereas cod recaptured in the northeast had mainly been tagged in the south and east. This approach therefore seems to be consistent with the results from the 2004-2005 tagging experiments, indicating that the two MPAs studied are likely to affect different fishing areas.

þessum svæðum voru hinsvegar heimilar með öðrum veiðarfærum, eins og handfærum, línu og netum. Árið 1976 var sett í lög heimild til að loka veiðisvæðum með stuttum fyrirvara, einkum til að koma í veg fyrir veiðar á smáfiski. Þetta skyndilokunarkerfi beindist í upphafi fyrst og fremst að smáþorski, en nær nú til margra nytjastofna. Gripið er til skyndilokunar þegar

magn undirmálsfisks fer yfir ákveðin viðmiðunarmörk. Frá 1985 hafa viðmiðunarmörk fyrir þorsk miðast við að hlutfall smáþorsks (<55 cm) fari ekki yfir 25% af heildarfjölda þorska í afla. Almenn markmið viðmiðunarmarkna við þorskveiðar er “að koma í veg fyrir veiði smáfisks, þriggja ára og yngri, og draga verulega úr veiðum á fjögurra ára fiski” (Sigfús A. Schopka 2007).

Reynslan hefur sýnt að sum svæði eru meiri smáfiskasvæði en önnur og þar hefur oftast annars staðar verið gripið til skyndilokana og í framhaldi af því til reglugerðalokana til lengri tíma (Kristján Kristinsson o.fl. 2005, Sigfús A. Schopka 2007). Í samráði við samtök sjávarútvegsins, Fiskistofu og Hafrannsóknastofnunina, ákvað sjávarútvegsráðuneytið þann 20. júlí árið 1993 að setja í reglugerð tíu föst friðunarsvæði við Ísland, til að vernda smáfisk. Gert var ráð fyrir að þessi svæði yrðu friðuð fyrir veiðum til lengri tíma, a.m.k. um nokkurra ára skeið (Sigfús A. Schopka 2007).

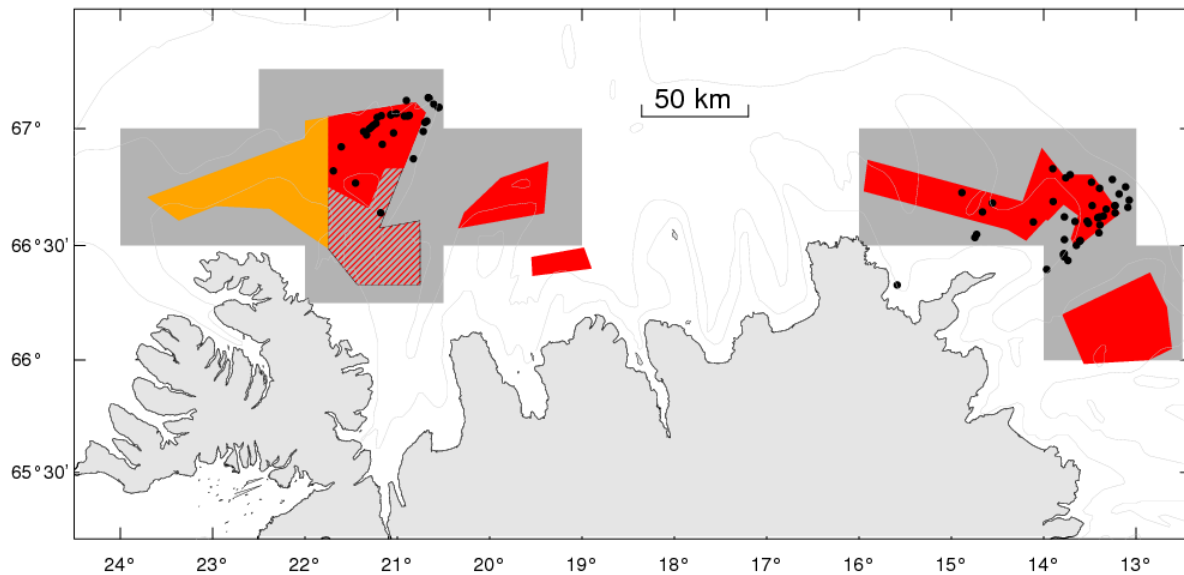
Nokkuð hefur verið um það að samsetning fisks innan föstu friðunarsvæðanna hafi verið könnuð af eftirlitsmönnum um borð í fiskiskipum, en lítið hefur hinsvegar verið um ítarlegar rannsóknir á lífríki svæðanna eða áhrifum þessara friðunaradgerða. Þó var á árunum 1994 og 1995 ráðist í talsvert umfangsmiklar merkingar á þorski innan og utan friðunarsvæða fyrir norðvestan land. Þær merkingar sýndu að þótt þorskur stærri en 55 cm kunni að njóta tímabundinnar friðunar innan svæðanna, einkum á fæðuöflunartíma, gengur hann af þeim og veiðist víða við suðvestan-, vestan- og norðvestanvert landið. Þessar göngur skýrast einkum af hrygningu þorsksins, því að friðunarsvæðin eru ekki hrygningarsvæði og fiskurinn gengur af þeim við kynþroska. Markmið friðunarsvæðanna er hinsvegar að vernda smáþorsk, sem virðist vera fremur staðbundinn fyrstu árin (Kristinn H. Sæmundsson 2005). Með aukinni stærð gengur hann af svæðunum og veiðist á svipuðum slóðum og merktur stórþorskur. Samkvæmt væntingum náði smáþorskur sem merktur var innan friðunarsvæðisins norðaustur af Horni að vaxa meira en á öðrum svæðum áður en hann veiddist aftur (Sigfús A. Schopka o.fl. 2006). Sama átti hinsvegar ekki við um reglugerðarhólfrið norður af Horni, sem gæti stafað af því að þorskur var merktur á útjaðri svæðisins nálægt veiðislóðinni (Sigfús A. Schopka o.fl.

2010).

Árið 2003 ákvað Hafrannsóknastofnunin að auka rannsóknir á áhrifum áðurnefndra friðunarsvæða, bæði með sérstakri gagnasöfnun á lífríki svæðanna og nánari greiningu á fyrirliggjandi mælingum. Á sumum svæðanna mátti notast við reglubundna og staðlaða söfnun sýna í stofnmælingaleiðöngurum og Jaworski o.fl. (2006) notuðu þær mælingar til að rannsaka breytingar á fiskmagni á friðunarsvæðunum á Digranesflaki og Breiðdalsgrunni á tímabilinu 1985-2004. Niðurstöður þeirra sýndu að magn ýsu og smárrar skrápflúru jókst meira á friðunarsvæðinu á Digranesflaki en á aðliggjandi veiðislóð en lítil áhrif greindust á aðrar fisktegundir. Friðunarsvæðið á Breiðdalsgrunni virtist hafa jákvæð áhrif á magn þorsks og ýsu innan svæðisins en þeirri þróun var snúið við þegar svæðið var opnað aftur eftir 7 ára friðun. Meðallengd ýsu jókst marktækt meira innan svæðanna en utan þeirra en hinsvegar greindust engin áhrif friðunar á tegundafjölbreytni (Jaworski o.fl. 2006).

Árin 2004 og 2005 var farið í leiðangra á friðunarsvæði norðvestur og norðaustur af landinu og lífríki svæðanna rannsakað með ýmsum aðferðum. Greiningu á botndýrum er ekki lokið en Jaworski o.fl. (2010) gerðu grein fyrir samanburði á fiskisamfélögum innan þessara friðunarsvæða og á nærliggjandi veiðislóð. Þótt oft væri mikill munur milli friðunarsvæða og veiðislóða, var það yfirleitt rakið til ólíkra umhverfisaðstæðna innan og utan svæðanna. Undantekningu á þessu var helst að finna á svæði sem lokað hefur verið fyrir togveiðum allt frá 1976 (Sigfús A. Schopka 2007). Þegar rannsóknin fór fram var þar mun meira af smárri ýsu og skrápflúru heldur en á friðunarsvæðinu á Langanesgrunni og aðliggjandi veiðislóð. Hinsvegar fékkst minna af þorski af veiðanlegri stærð enda miðin utar í kantinum yfirleitt meiri veiðislóð þorsks (Höskuldur Björnsson o.fl. 2007).

Til að kanna göngur þorsks til og frá friðunarsvæðunum fyrir norðvestan og norðaustan land voru niðurstöður merkinga skoðaðar með tvennskona hætti. Annarsvegar voru skoðaðar göngur þorska sem merktir voru á eða nærri friðunarsvæðunum í leiðöngurum 2004 og 2005. Hinsvegar voru kannaðar ferðir þorska inn á friðunarsvæðin út frá öllum tiltækum merkingum allt í kringum landið á árabílinu 1991-2010. Í skýrslunni er sérstaklega skoðað



1. mynd. Stöðvar þar sem þorskar voru merktir sumrin 2004 og 2005 (svartir punktar). Rauð svæði sýna núverandi friðunarsvæði úti fyrir norðanverðu landinu sem lokuð eru fyrir veiðum með fiskibotnvörpu og línu árið um kring. Svæðið norður af Horni er friðað 1. mars – 17. ágúst ár hvert (vestasta svæðið, appelsínugult). Syðri hluti svæðisins NA af Horni var opnað fyrir veiðum í október 2007 og enn frekar í júlí 2008 (skástrikað svæði) og nú er einungis nyrðri hluti upphaflegs svæðis friðaður. Grá svæði umhverfis friðunarsvæðin sýna þau endurheimtusvæði sem skilgreind voru í rannsókninni.

Figure 1. Locations of stations where cod was tagged in 2004 and 2005 (black dots). Red areas indicate areas off the north coast of Iceland that are permanently closed to otter trawl and longline. The orange coloured area has been re-opened seasonally (17 August – 1 March). The hatched area was gradually re-opened for fishing in the period October 2007 to July 2008 and has been open since. Grey areas enclosing the protected areas indicate "recapture areas" that were defined in the present study.

hvort munur sé á göngumynstri þorska sem finnast á eða nærri friðunarsvæðum norðvestan Íslands og hinum norðaustan Íslands.

AÐFERÐIR

Göngur frá friðunarsvæðunum

Merkingar: Merkingar á þorski fóru fram á R/S Bjarna Sæmundssyni í leiðöngrum sem farnir voru til almennra rannsókna á lífríki friðunarsvæðanna. Merkt var innan svæðanna og á veiðislóð skammt utan þeirra (1. mynd). Merkingar á friðunarsvæðinu NA af Horni fóru fram dagana 10.-20. ágúst 2004, aðallega á norður hluta friðunarsvæðisins og á veiðislóð

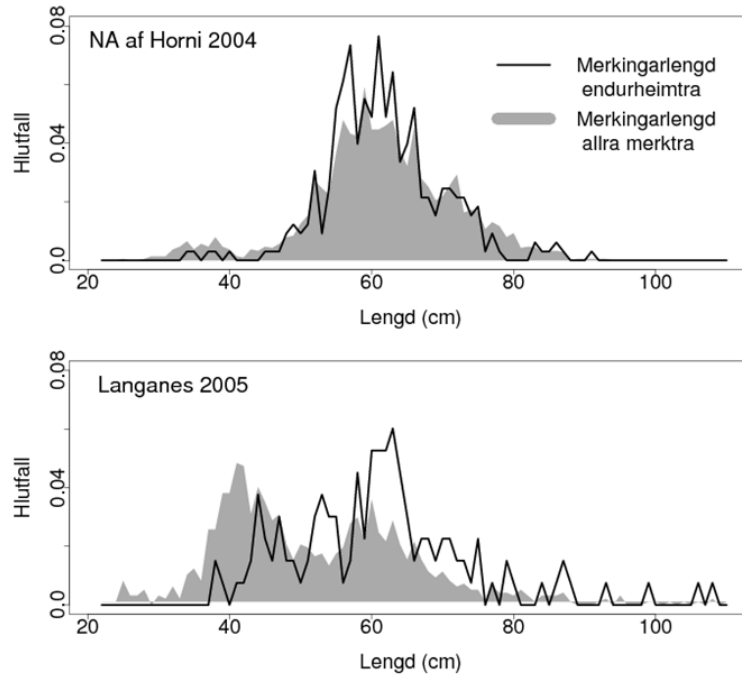
skammt norðaustur af því. Merkingar á friðunarsvæðum á Langanesgrunni og úti fyrir Norðausturlandi og á aðliggjandi veiðislóð fóru fram dagana 6.-15. júlí 2005.

Togað var í 15-70 mínútur í leiðangrinum 2004 (meðaltal 45 mínútur) en 20-38 mínútur árið 2005 (meðaltal 31 mínúta). Merkingarfiskur var tekinn úr móttöku og komið sem fyrst í kar með sjó þar sem sírennsli tryggði nægilegt súrefni. Lífvænlegir þorskar sem virtust sýna eðlilega hegðun í merkingakari voru teknir til merkingar. Merktum fiskum var sleppt í gegnum sérstakt gat á merkingaborði þaðan sem fiskar runnu í röri sem opnaðist á síðu skipsins við yfirborð sjávar. Alls voru merktir 2153

1. tafla. Hitastig og dýpi við merkingu og fjöldi merktra og endurheimtra þorska eftir merkingasvæðum.

Table 1. Temperature and depth, numbers tagged and numbers recaptured by tagging area.

Ár	Merkinga-svæði	Fjöldi stöðva	Botnhiti (meðaltal) (°C)	Yfirborðshiti (meðaltal) (°C)	Dýpi (meðaltal) (m)	Fjöldi merktra	Fjöldi endurheimtra	Hlutfall endurheimt (%)
2004	NA af Horni	30	1,7-7,0 (4,2)	7,0-10,9 (8,8)	81-250 (191)	2153	327	15,2
2005	Langanesgrunn	40	2,0-3,6 (3,0)	5,8-8,4 (7,0)	128-230 (194)	940	119	12,7
2005	Þistilfjörður	1	3,1	8,2	103	31	14	45,2
	Alls	71				3124	460	14,7



2. mynd. Hlutfallsleg lengdardreifing merktra þorska í leiðöngrum 2004 og 2005 (skyggt svæði) og hlutfallsleg lengdardreifing endurheimtra þorska við merkingu (svört lína).

Figure 2. Relative length distribution of tagged cod in the 2004 and 2005 surveys (shaded area) and the relative length distribution of recaptured cod at tagging (black line)

þorskar NA af Horni og 940 þorskar á Langanesgrunni. Auk þess var 31 þorskur merktur í Þistilfirði í júlí 2005.

Þorskar merktir NA af Horni voru flestir á bilinu 48-80 cm en á Langanesgrunni var meira af undirmálþorski <55 cm (2. mynd). Allir þorskar voru merktir með hefðbundnum slöngumerkjum sem skotið var með merkjabyssu vinstra megin í rót fremsta bakugga þannig að T-laga hak á enda merkisins skorðaðist við beinagarð í uggafestu (hefðbundin fiskmerking). Prófuð var ný gerð merkja NA af Horni, s.k. kviðarholmerki, þar sem 296 þorskar voru tvímerktir með venjulegu merki og kviðarholmerki (3. mynd). Kviðarholmerkin eru með stórt hak sem þrýst var gegnum lítið gat sem gert var með skurðarhníf aftarlega og neðarlega á kvið fisksins vinstra megin.

Kynþroski þorska á merkingasvæðunum var metinn út frá sýnum sem tekin voru samhliða merkingum. Alls var kynþroski 504 þorska metinn NA af Horni en 214 þorska á

Langanesgrunni. Kynþroska var skipt í 4 stig þ.e. 1: ókynþroska, 2: kynþroski hafinn, 3: hrygnandi og 4: hrygndur. Enginn fiskur reyndist vera hrygnandi á svæðunum og fiskur undir 60 cm var að langmestu leyti ókynþroska (4. mynd). Hjá fiski stærri en 60 cm var nokkuð um hrygndan fisk, einkum NA af Horni, en ekki er vitað hvar sá fiskur hrygndi.

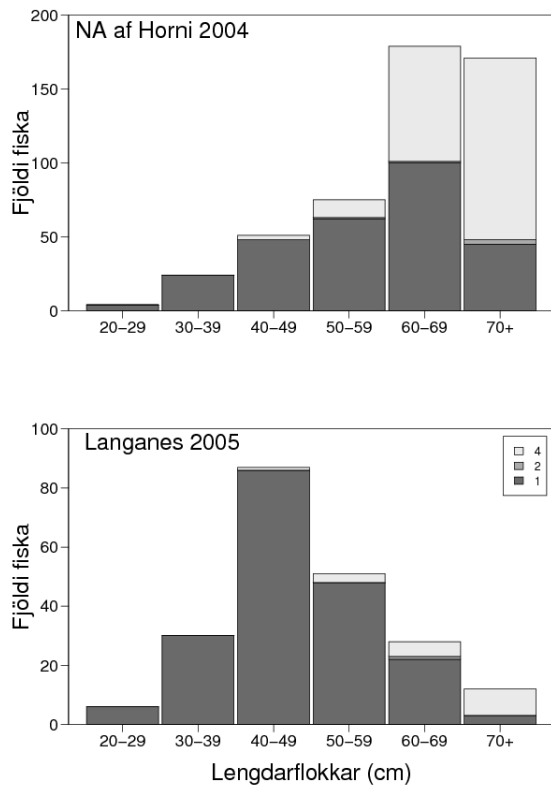
Endurheimtur: Endurheimtum úr merkingum árin 2004-2005 var skipt upp eftir árum í "Merkingarár", "Árið eftir merkingarár" og "Seinni ár", miðað við almanaksár. Einnig var skipt eftir árstíma í tímabilin júní-janúar (aðal fæðuöflunartími) og febrúar-maí (göngu- og hrygningartími). Ekki kom fram sýnilegur munur á dreifingu endurheimtra þorska eftir því hvoru megin friðunarlínu merkingar fóru fram. Því voru öll merki á hvoru svæði tekin saman við úrvinnslu gagna.

Endurheimtum þorskum var skipt í tvo lengdarflokka þ.e. <55 cm og >54 cm, en 55 cm er viðmiðunarstærð fyrir þorsk í tengslum við skyndilokanir veiðisvæða á Íslandsmiðum.



3. mynd. Þorskur tvímerktur með hefðbundnu slöngumerki við bakugga (merki t.v) og kviðarholmerki (merki t.h.)

Figure 3. Cod double tagged with a conventional T-bar tag (left tag) and a body-cavity tag (right tag).



4. mynd. Kynþroskastig þorsks skv. sýnum sem tekin voru í merkingaleiðöngum 2004 og 2005. Kynþroskastig 1 = ókynþorska, stig 2 = kynþroski hafinn fyrir næsta hrygningartímabil, stig 4 = fiskar sem hrygndu um vorið.

Figure 4. Sexual maturity of cod in samples taken at the time of tagging in 2004 and 2005. Maturity stage 1 = immature, stage 2 = ripening, stage 4 = spent.

Göngur að friðunarsvæðunum

Allar þorskerkingar Hafrannsóknastofnunarinnar frá árunum 1991-2010 voru nýttar til að kanna frá hvaða svæðum merktir þorskar höfðu helst komið inn á friðunarsvæðin eða nærri þeim. Merkingastaðir voru flokkaðir saman eftir tilkynningaskyldureitum (hér eftir nefndir merkingareitir eða reitir). Alls eru til staðsetningar merkingar fyrir um 14 þúsund endurheimta þorska og eru merkingarnar nokkuð vel dreifðar í kringum landið (5. mynd). Flestar endurheimtur í gagnagrunni koma úr merkingum á Selvogsbanka, Arnarfirði, Þistilfirði og Bakkaflóa og við sunnanverða Austfirði. Fremur lítið var merkt á þessum árum á svæðinu fyrir miðju Norðurlandi ef Eyjafjörður er undan skilinn, og engar merkingar fóru fram á veiðislóð togara undan Suðausturlandi.

Skilgreind voru ákveðin endurheimtusvæði fyrir norðvestan og norðaustan land (1. mynd).

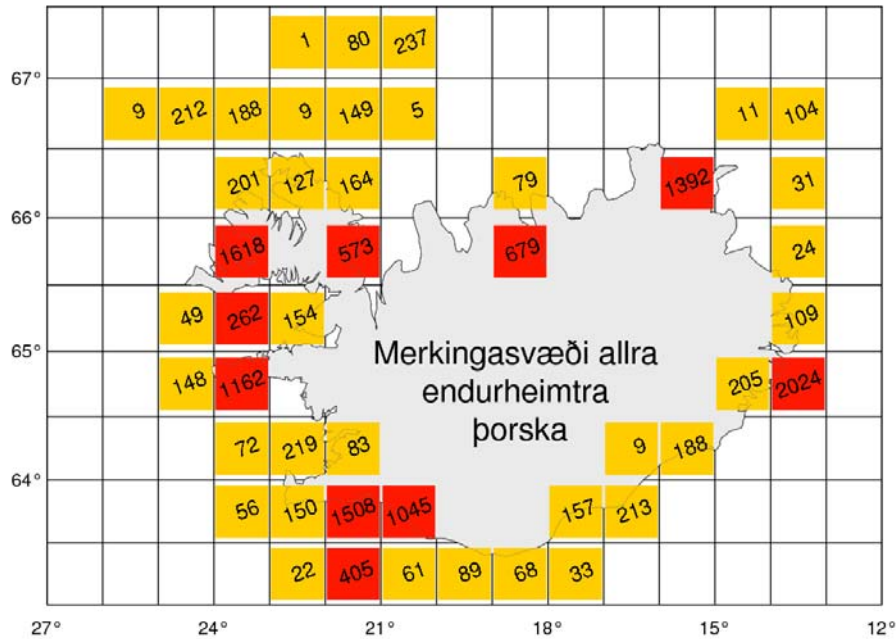
Endurheimtusvæðið fyrir norðvestan innihélt þrjú friðunarsvæði (N af Horni, NA af Horni og Sporðagrunn) og nærliggjandi veiðisvæði. Endurheimtusvæðið norðaustanlands innihélt sömuleiðis þrjú friðunarsvæði (N af Langanesi, Langanesgrunn og Digranesflak) og nærliggjandi veiðisvæði. Nauðsynlegt var að hluti veiðislóðar félli innan endurheimtusvæðisins af þremur ástæðum: Í fyrsta lagi vegna þess hve fá merki voru endurheimt innan friðunarsvæðanna en þar eru eingöngu takmarkaðar veiðar með handfærum stundaðar. Í öðru lagi var staðsetning endurheimtra þorska í sumum tilfellum einungis gefin upp með reit og smáreit og nákvæm staðsetning því ekki þekkt. Í þriðja lagi má búast við því að þorskar sem halda sig nærri friðunarsvæðum séu líklegir til að halda sig innan svæðanna á einhverjum tímápunkti. Útlínur svæðanna voru því dregnar eftir reitum og smáreitum sem liggja að friðunarsvæðunum. (1. mynd)

Þar sem þessi greining byggir á því að skoða fjölda endurheimtra fiska sem koma frá mismunandi merkingasvæðum, hefur umfang merkinga á hverju svæði áhrif á niðurstöðurnar. Því fleiri þorskar sem eru merktir á viðkomandi svæði - því meiri líkur eru á því að einhverjar endurheimtur fáiast á endurheimtusvæðunum sem skilgreind eru. Brugðist var við þessu með því að staðla með heildarfjölda endurheimtra þorska frá hverju merkingasvæði og niðurstöður eru settar fram sem fjöldi endurheimta á hverjar 1000 heildarendurheimtur. Eftir sem áður þarf að gæta að því að niðurstöður eru óáreiðanlegar fyrir merkingareiti með fáum endurheimtum.

NIÐURSTÖÐUR

Göngur frá friðunarsvæðunum

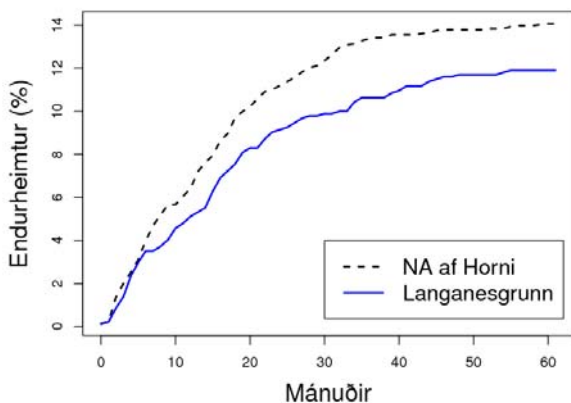
Fjöldi endurheimtra þorska. Af 3124 þorskum sem merktir voru árin 2004 og 2005 höfðu í maí 2010 alls 460 (14,7%) þorskar verið endurheimtir, ef miðað er við upplýsingar sem skilað hafði verið til Hafrannsóknastofnunarinnar (1. tafla). Hlutfallslega lítið (4%) endurheimtist af smæsta þorskinum sem merktur var, þ.e. fiski á bilinu 20-45 cm og á það við um bæði svæðin (2. mynd). Betri endurheimtur voru á þorski á bilinu 55-75 cm (18%). Þrátt fyrir litlar endurheimtur skiluðu þær sér nokkuð jafnt yfir þriggja til fjögurra ára tímabil (6. mynd). Í flestum tilfellum er veiðarfæri þekkt og úr merkingum á



5. mynd. Merkingasvæði (skipt eftir tilkynningaskyldureitum) allra þorska sem endurheimtir voru árin 1991-2010. Tölur sýna fjölda endurheimtra þorska úr merkingum innan hvers reits. Merkingareitir með fjölda yfir meðaltali eru rauðir.

Figure 5. Tagging areas (statistical squares) for all recaptured cod in the years 1991-2010 and number of recaptures from taggings in each area. Areas with numbers above average are shown in red.

fríðunarsvæðum fengust þrjú af hverjum fjórum þorskum í botnvörpu, hátt í fimmtungur á línu en færri í net, handfæri og dragnót (2. tafla). Úr merkingunni í Þistilfirði endurheimtust hinsvegar flestir þorskar á línu, en þar var um fáa þorska að ræða og ekki verður fjallað frekar um þá merkingu hér.



6. mynd. Uppsafnaðar endurheimtur þorska sem merktir voru NA af Horni 2004 (brotin lína) og á Langanesgrunni 2005 (heil lína). Einungis er stuðst við endurheimtur þar sem upplýsingar eru um veiðidag eða mánuð.

Figure 6. Cumulative recaptures of cod for tagging experiments Northwest of Iceland in 2004 (broken line) and Northeast of Iceland in 2005 (solid line). Only recaptures including information on date or month of recapture.

Alls endurheimtust 53 þorskar af þeim 296 sem tvímerktir voru NA af Horni (17,9%). Þar af voru 39 með bæði merkin, einn hafði tapað venjulegu slöngumerki (1,9%) en 13 höfðu tapað kviðarholtsmerki (24,5%). Því má búast við að einungis 0,5% hafi tapað báðum merkjum. Meðallengd tvímerktra þorska var 62,6 cm en meðallengd einmerktra var 61,2 cm. Endurheimtuhlutfall einmerktra þorska (14,8%) var nokkuð lægra en tvímerktra.

Dreifing frá merkingu NA af Horni.

Þorskar sem merktir voru NA af Horni veiddust flestir við vestanvert landið, vestan 18°V (7. mynd). Þorskar sem endurheimtir voru smærri en 55 cm fengust flestir á Halamiðum en einnig á Strandagrunni og í Húnaflóa. Þorskar sem voru stærri en 54 cm við endurheimtu fengust aðallega við suðvestan- og vestanvert landið á hrygningartíma, nánar tiltekið við Reykjanes og í Faxaflóa og Breiðafirði. Lítið fékkst hinsvegar á hrygningarsvæðunum á Selvogsbanka og við ósa stórflyótanna suðvestanlands. Á sumrin og haustin fengust þorskar úr þessari merkingu aðallega á Halamiðum og við Norðurland. Athygli vekur að nokkrir merktir þorskar fengust djúpt norður af Kolbeinsey á haustmánuðum.

Dreifing frá merkingu út af Langanesi.

Þorskar merktir út af Langanesi veiddust allt í kringum landið en þó flestir á miðunum fyrir norðaustan og austan land (7. mynd). Dreifingin er talsvert ólík því sem var frá merkingunni NA af Horni. Einungis fimm þorskar voru undir 55 cm við endurheimtu og fengust þeir nálægt friðunarsvæðinu á Langanesgrunni og suður með landgrunnskantinum. Helstu hrygningarsvæði þorsksins á Langanesgrunni virðast vera við Norðurland og fyrir sunnan land frá Hvalbakssvæðinu að Reykjanesi. Einn þorskur fékkst á Fugleyjarbanka við Færeyjar í maí 2007, og var hann 63 cm við merkingu og 78 cm og 7 ára við endurheimtu. Á fæðuöflunartíma fengust merktir þorskar aðallega við Norðausturland og á Austfjarðamiðum suður á Íslands-Færeyjahrygg, ásamt því sem nokkrir fengust á Vestfjarðamiðum.

Norður-suður dreifing endurheimtra þorska.

Til að sýna skýrar göngumynstur þorsks er staðsetning hverrar endurheimtu á breiddargráðu teiknuð upp á móti fjölda daga frá merkingu (8. mynd). Greinilega kemur fram að göngur þorsks tengjast tímabilum hrygningar og fæðuöflunar, því að á hrygningartíma fengust merktir þorskar sunnar en á fæðuöflunartíma og það ferli endurtók sig í þrjú ár frá merkingu. Að þeim tíma liðnum var fjöldi endurheimta orðinn það lítil að slíkt göngumynstur greindist ekki. Norður-suður far var mun greinilegra hjá þorskum sem merktir voru NA af Horni heldur en þeim sem merktir voru á Langanesgrunni, sem stafar líklega af áður nefndum mun á hrygningarsvæðum þorska frá þessum svæðum (sjá 7. mynd).

Dreifing þorskveiðanna. Um 90% endurheimtra þorska fengust annaðhvort í botnvörpu eða línu og flestir á árunum 2004 til 2008. Eins og vant er fóru botnvörpuveiðar á þorski

aðallega fram fyrir vestan og austan land, mest við útkanta landgrunnsins fyrir norðvestan, norðaustan og suðaustan land (9. og 10. mynd). Línuveiðar á þorski voru dreifðari um landgrunnið en minnst veiddist af þorski á línu fyrir sunnan land.

Endurheimtur voru algengastar á þeim miðum þar sem þorskveiðar eru mestar. Ef lítið er á merkinguna NA af Horni sést að endurheimtur fengust á helstu veiðisvæðum vestur og norðvestur af landinu, en þrátt fyrir að tiltölulega stór hluti botnvörpuveiðanna fari fram við austanvert landið þá fengust mjög fá endurheimt merki þar (9. mynd). Aftur á móti fengust þorskar sem merktir voru á Langanesgrunni á helstu veiðislóðum fyrir austan land, en Langanesþorskurinn fékkst lítið fyrir vestan land í samanburði við merkinguna NA af Horni (10. mynd).

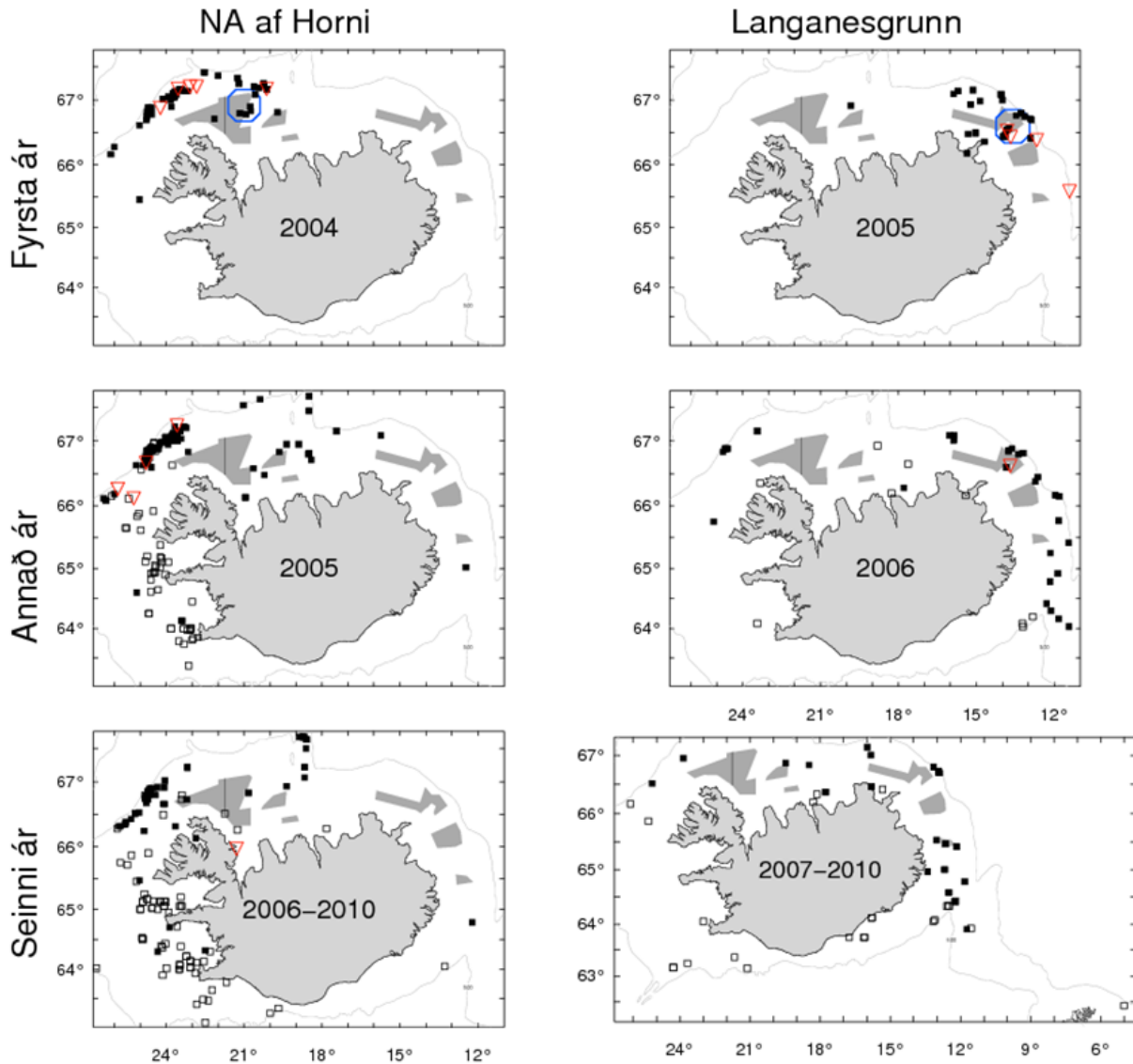
Göngur að friðunarsvæðunum

Skóðað var hvar þorskar sem endurheimtir voru á svæðunum fyrir norðvestan og norðaustan land (gráu endurheimtussvæðin á 1. mynd) árin 1991-2010 voru merktir. Endurheimtur á svæðinu fyrir norðvestan land koma aðallega úr merkingum við friðunarsvæðið NA af Horni (merkingarnar árin 1994-1995 og 2004), Húnaflóa, Arnarfirði, Djúpál og öðrum svæðum við norðanverða Vestfirði (11. mynd a). Nokkrar endurheimtur koma frá Selvogsbanka og þrjár endurheimtur af Grænlandsmiðum. Mjög fáar endurheimtur koma úr stóru merkingunum í Þistilfirði og Bakkaflóa og við sunnanverða Austfirði. Sérstaka athygli vekur að einungis einn merktur fiskur fékkst fyrir norðvestan land úr öllum merkingum á svæðinu frá Eyrarbygg austur og norður um að Vopnafjarðargrunni. Staðlaðar endurheimtur (fjöldi á hverjar 1000 endurheimtur) sýna að hlutfallslega mikið kemur af merktum þorski frá vestanverðu landinu, en einnig að nokkuð stórt hlutfall fiska djúpt út af Norðausturlandi gengur

2. tafla. Fjöldi og hlutfall endurheimtra þorska skipt eftir veiðarfærum.

Table 2. Numbers and percentage of recaptured cod by fishing gear.

Á	Merkingasvæði	Fjöldi merkja					Hlutfall merkja (%)				
		Botnv.	Lína	Handf.	Net	Dragnót	Botnv.	Lína	Handf.	Net	Dragnót
2004	NA af Horni	231	49	2	24	8	73,6	15,6	0,6	7,6	2,5
2005	Langanesgrunn	83	21	2	6	1	73,5	18,6	1,8	5,3	0,9
2005	Þistilfjörður	2	9	1	1	0	15,4	69,2	7,7	7,7	0
	ALLS	316	79	5	31	9	71,8	18,0	1,1	7,0	2,0



7. mynd. Staðsetningar þorska <55 cm (rauðir þríhyrningar) og >54 cm (ferningar) við endurheimtu úr merkingum á og við friðunarsvæði NA af Horni 2004 og Langanesgrunni 2005. Opnir ferningar sýna endurheimtur á hrygningartíma, fylltir ferningar sýna endurheimtur á fæðutímabili. Ár er almanaksár. Bláir hringir á efstu myndunum sýna merkingasvæðin. Grá svæði sýna friðunarsvæði úti fyrir norðanverðu landinu þegar merkingar fóru fram (sjá nánar á 1. mynd).

Figure 7. Locations of cod <55 cm (red triangles) and cod >54 cm (squares) at recapture from the 2004 tagging northwest of Iceland (left) and the 2005 tagging northeast of Iceland (right) by calendar year. Filled squares indicate recaptures during the months June–January (feeding season), and open squares indicate recaptures during the months February–May (spawning season). Blue circles show the tagging areas. The polygons denote MPAs in force during most of the recapture period (see Fig. 1).

á miðin fyrir Norðvesturlandi, þótt þar liggi reyndar fáar endurheimtur að baki (11. mynd b).

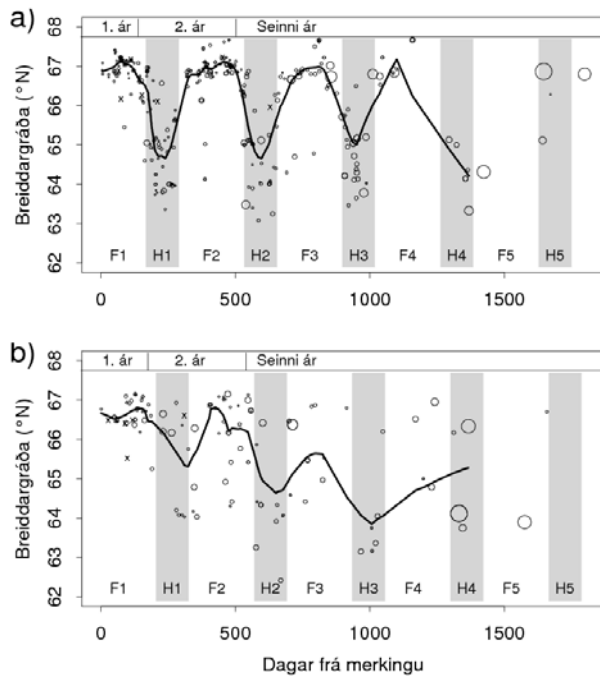
Endurheimtur á svæðinu fyrir norðaustan land koma flestar úr merkingunum í Þistilfirði og Bakkaflóa en auk þess fást þorskar sem merktir voru innan svæðisins, og við sunnanverða Austfirði og í Eyjafirði (11. mynd c). Fyrir norðaustan land fékkst hinsvegar lítið af þorski úr merkingum við vestanvert landið, einkum ef haft er í huga hve mikið hefur verið merkt af þorski á Selvogsbanka, í Breiðafirði og á Vestfjarðamiðum. Stöðluðu endurheimturnar

gefa svipaða niðurstöðu, og sýna einnig hve hlutfallslega mikið fæst úr merkingum við suðurströndina (11. mynd d). Fiskur sem merktur er við suðurströndina virðist því frekar leita á endurheimtusvæðið fyrir norðaustan land heldur en norðvestan.

UMRÆÐA

Göngur þorsks

Niðurstöðurnar benda til göngur þorsks frá friðunarsvæðinu NA af Horni séu ólfar göng-



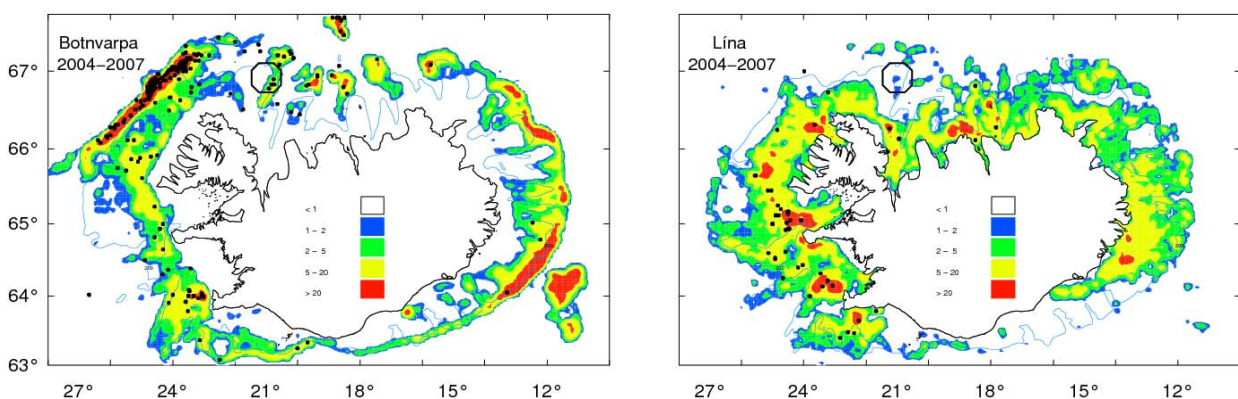
8. mynd. Breiddargráða endurheimtra þorska á tímabilinu frá merkingu (a) NA af Horni 2004, og (b) á Langanesgrunni 2005. Greint er á milli þorska endurheimtir <55 cm (x) og >54 cm (hringir, þar sem stærð hringja er í réttu hlutfalli við lengd við endurheimtu). Línurnar eru teiknaðar með *lowess scatterplot smoother* í forritinu SPLUS til að draga fram breytingar á útbreiðslu. Tímabil hrygningar og fars (febrúar–maí) eru skyggð. F1: Fyrsti fæðuöflunartími frá merkingu, H1: fyrsti hrygningartími frá merkingu o.s.frv.

Figure 8. Latitudinal distribution of cod from tagging and onwards (a) northwest of Iceland in 2004, and (b) northeast of Iceland in 2005. Distinguished is between cod <55 cm at recapture (x) and those >54 cm (circles, where circle size is proportional to the fish length at recapture). Trend lines are fitted using a *lowess scatterplot smoother* in SPLUS, to visualise latitudinal spatial distribution patterns. The spawning and migration periods (February–May) are shaded; S1, first spawning season; F1, first feeding season, etc.

um frá Langanesgrunni. Líkt og niðurstöður merkinga árána 1994-1995 (Sigfús Schopka o.fl. 2006, 2010) bendir þessi rannsókn til þess að friðunarsvæðið NA af Horni sé hluti af uppeldis- og fæðuslóð þorsks sem hrygnir fyrir vestan og suðvestan land. Þessar niðurstöður eru einnig í samræmi við merkingar í Hornál í nóvember 1976, Þverál í júlí 1980 og fleiri merkingatilaunir á síðustu öld (Jón Jónsson 1996). Þorskar frá Langanesgrunni virðast frekar dreifast til Austfjarðamiða á fæðuöflunartíma, en á hrygningartíma fengust þeir vítt og breitt við landið en ekki einungis suðvestan og vestan Íslands eins og úr merking-

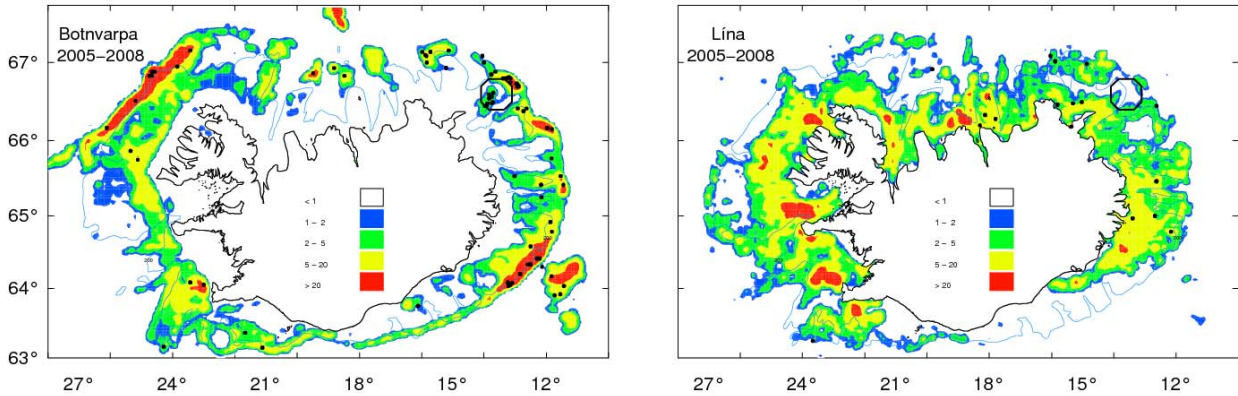
unni NA af Horni. Endurheimtur úr merkingu á Rífsbanka, norður af Raufarhöfn, í nóvember 1972, fengust einnig víða umhverfis landið (Jón Jónsson 1996).

Ólíkar niðurstöður úr merkingum NA af Horni og á Langanesgrunni styðja fyrri rannsóknir sem sýna að íslenski þorsstofninn samanstendur af nokkrum stofneiningum. Hrygningarþorskur við Suður- og Vesturland virðist erfðafræðilega frábrugðinn hrygningarþorski við Norður- og Austurland (Pampoulie o.fl. 2006) og svipuð aðgreining milli hrygningarsvæða hefur komið fram með rannsóknum á kvörnum (Ingibjörg Jónsdóttir o.fl. 2006). Kynþroska þorskar frá mismunandi hrygning-



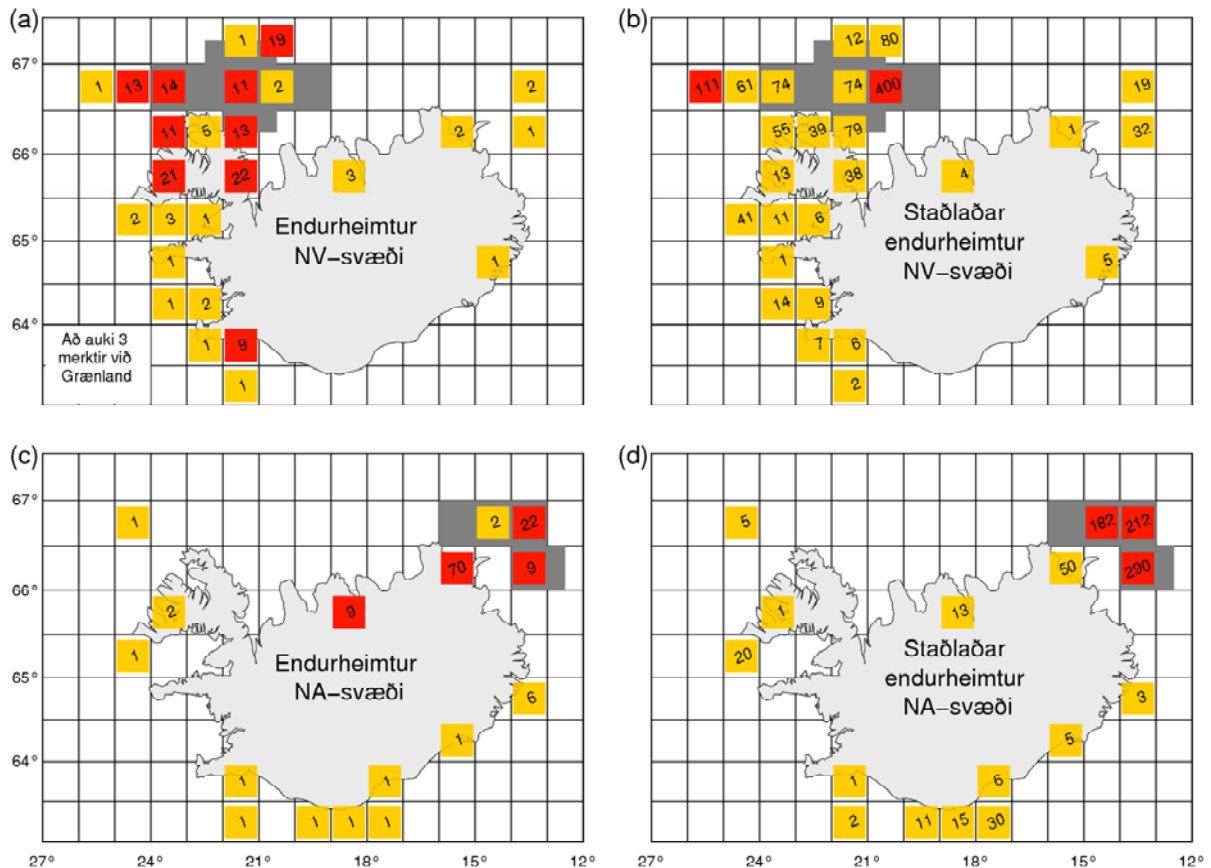
9. mynd. Dreifing þorskafla (tonn á fermílu) í botnvörpu og línu frá 1. september 2004 til 31. desember 2007 og allar endurheimtir í viðkomandi veiðarfæri úr merkingum NA af Horni árið 2004 (svartir punktar). Svartir hringir sýna merkingasvæðið.

Figure 9. Spatial distribution of cod catch (tonnes per nm^2) by vessels using otter trawls (Botnvarpa) and longlines (Lína) in the period 1 September 2004 to 31 December 2007 and all recaptures from the 2004 tagging experiments northwest of Iceland caught in these gears (black dots). Black circles denote the tagging area.



10. mynd. Dreifing þorskafla (tonn á fermílu) í botnvörpu og línu frá 1. september 2005 til 31. desember 2008 og allar endurheimtur í viðkomandi veiðarfæri úr merkingum á Langanesgrunni árið 2005 (svartir punktar). Svartir hringir sýna merkingasvæðið.

Figure 10. Spatial distribution of cod catch (tonnes per nm^2) by vessels using otter trawls (Botnvarpa) and longlines (Lína) in the period 1 September 2005 to 31 December 2008 and all recaptures from the 2005 tagging experiments northeast of Iceland caught in these gears (black dots). Black circles denote the tagging area.



11. mynd. Til vinstri: Staðsetning merkingasvæða þorska sem endurheimtir voru á endurheimtusvæðum (grá svæði, sjá einnig 1. mynd) fyrir norðvestan (a) og norðaustan (c) land 1991-2010. Tölur sýna fjölda endurheimtra þorska úr merkingum hvers reits. Merkingareitir með fjölda yfir meðaltali eru rauðir. Til hægri: Hlutfall þorska sem endurheimtir voru á endurheimtusvæðum (grá svæði) af heildarfjölda endurheimtra fyrir norðvestan (b) og norðaustan (d) land 1991-2010. Tölur sýna fjölda fyrir hverja 1000 endurheimta.

Figure 11. Left: Location of tagging areas of cod subsequently caught at recapture areas (grey coloured areas, see Figure 1) northwest (a) and northeast (c) of Iceland in 1991-2010, and number of recaptures from taggings in each area. Areas with numbers above average are shown in red. Right: Proportion of cod (of total number of recaptures) recaptured at recapture areas northwest (b) and northeast (d) of Iceland in 1991-2010. Values indicate number per 1000 recaptures.

arsvæðum blandast að einhverju leyti á fæðuslóð og sama má segja um lirlfur og seiði. Merkingarnar 2004 og 2005 benda til að einhver aðgreining sé einnig fyrir hendi á fæðuslóðum. Framlag hrygningarsvæða til ákveðinna uppeldis- og fæðuslóða ræðst m.a. af styrk strauma, og blöndun ungiðis er líklega meiri þegar streymi hlýsjávar norður fyrir land er mikið (Konráð Þórisson o.fl. 2011). Því getur verið áramunur á því frá hvaða hrygningarsvæðum ungporskur á ákveðnu svæði kemur.

Ekki verða dregnar miklar ályktanir um göngur þorsks á milli Íslands og Færeyja út frá einum merktum þorski sem fékkst við Færeyjar (innan við 1% endurheimta frá Langanesgrunni). Það þarf í sjálfu sér ekki að koma á óvart að þorskur gangi milli þessara svæða því styttra er frá Langanesgrunni til Færeyja heldur en frá Langanesgrunni á miðin suðvestan Íslands, og svæðin eru tengd af Íslands-Færeyjahrygg. Rannsóknir benda til þess að lítil munur sé á erfðabreytileika þorsks milli Austfjarðamiða og færeyska landgrunnsins en hins vegar mældist marktækur munur milli suðurstrandar Íslands og Færeyja (Pampoulie o.fl. 2007). Erfðafræðileg tengsl Austfjarðamiða og Færeyja voru fremur rakin til eggja- og lirlfureks frá Íslandi til Færeyja heldur en til ferða fullorðinna fiska.

Dreifing endurheimta úr merkingatilraunum ræðst ekki einungis af göngum merktra fiska heldur einnig af dreifingu veiðanna. Í þessari grein er ekki gerð tilraun til að staðla endurheimtur með sókn fiskiskipa, heldur var dreifing endurheimta borin myndrænt saman við dreifingu þorskaflans í botnvörpu og línu. Fram kom greinileg samsvörun milli veiðiálags og endurheimta þar sem merktir fiskar fengust helst þar sem mest var veitt, eins og búast má við. Samt sem áður vekur athygli að á mikilvægum veiðisvæðum togara fyrir austan land fengust nær engar endurheimtur úr merkingunni NA af Horni sem bendir til að þorskurinn hafi ekki gengið á þessi mið. Aftur á móti skila miklar línuveiðar fyrir vestan land engum merkjum frá Langanesgrunni.

Auk þess að skoða dreifingu endurheimtra fiska út frá afmörkuðum merkingasvæðum voru hér einnig skoðaðar göngur þorsks til ákveðinna endurheimtusvæða og til þess notaðar merkingar allt í kringum landið. Fiskar sem endurheimtir voru norðvestan Íslands komu aðallega frá merkingum fyrir vestan land, en

fiskar endurheimtir norðaustan við landið aðallega frá merkingum sunnan- og austanlands. Þessar niðurstöður eru í samræmi við niðurstöður merkinganna 2004 og 2005. Þó kemur fram ákveðinn munur sem líklega má skýra með því að flestar merkingar eru gerðar innfjarða eða á grunnslóð, en þorskveiðarnar fara meira fram utar á landgrunninu. Sem dæmi má nefna að við Norður- og Austurland eru stærstu merkingarnar innfjarðar í Eyjafirði, við Langanes og í Stöðvarfirði, en hlutfallslega litlar veiðar eru hins vegar stundaðar á þessum stöðum miðað við á landgrunninu þar fyrir utan. Í framhaldi þessarar rannsóknar þyrfti að greina merkingagögn nánar og flokka merkingar eftir því hvornig fiskur var merktur, t.d. hvort um hrygningarfisk eða ókynþroska fisk var að ræða, hrygningartíma eða fæðuöflunartíma o.s.frv.

Með því að skoða merkingagögn út frá mismunandi sjónarhornum eins og hér hefur verið gert, má búast við að meginrættir í göngumyndri þorsksins um friðunarsvæði norðan Íslands komi fram. Bæði sjónarhorn hafa sínar takmarkanir og eru háð dreifingu merkinga og fiskveiða, en þó með ólíkum hætti sem gerir samanburð á þeim áhugaverðan. Sem dæmi má nefna að niðurstöður hefðbundinna merkinga á afmörkuðu svæði eru háðar dreifingu fiskveiða, en þegar horft er á göngur merktra fiska inn á svæðið eru niðurstöður meira háðar dreifingu merkinganna.

Endurheimtuhlutfall merkja

Endurheimtuhlutfall og skipting eftir veiðarfærum í merkingunum 2004 og 2005 var svipað og fékkst í merkingum á friðunarsvæðum fyrir norðvestan land árin 1994 og 1995. Þá veiddust tæplega 20% merktra þorska og rúmlega helmingur þeirra í botnvörpu (Sigfús Schopka o.fl. 2006, 2010). Þetta eru litlar endurheimtur, en bent skal á að ekki er hægt að nota endurheimtuhlutfall sem beint mat á veiðihlutfalli stofnsins. Það er vegna þess að ýmsir aðrir þættir hafa áhrif á fjölda endurheimtra merkja t.d. merkingadaudi, merkjatap og vanskil merkja:

Merkingadaudi: Þótt reynt sé að velja úr fiska sem virðast hæfir til merkingar, eru alltaf einhverjir sem ekki þola merkinguna. Það á ekki síst við þegar fiskum er safnað með botnvörpu á talsverðu dýpi (Nøstvik & Pedersen, 1999) eins og gert var í þessari rannsókn. Aðrar rannsóknir, þar sem þorskur hefur verið veiddur til merklinga með botnvörpu, hafa bent til dauðsfalla á

bilinu 3-50% (Brattey & Cadigan 2004). Munurinn getur m.a. stafað af toglegd, sjávarhita, hitaskilum, veðri og dýpi. Botnvarpa er ekki hentugasta veiðarfærið til að safna fiski til merkinga, nema fiskmagn sé það mikið að mjög stutt tog dugi (Fowler & Stobo 1999, Brattey & Cadigan 2004). Þar sem þorskur er blandaður að stærð, eins og í merkingunni á Langanesgrunni, má búast við að stórir þorskar geti étið smáþorska sem ekki hafa náð áttum eftir merkinguna. Í merkingum á 20-35 cm þorski í Stöðvarfirði kom í ljós að þrír af átta þorskum á stærðarbilinu 54-67 cm, sem veiddir voru á handfæri meðan á merkingum stóð, höfðu étið fimm nýlega merkta þorska (Björn Björnsson o.fl. 2011). Afrán að lokinni merkingu gæti því að hluta til skýrt mjög litlar endurheimtur á 20-45 cm þorski í þessari rannsókn.

Merkjatap: Merkjatap slöngumerkja í þessari rannsókn er byggt á 53 endurheimtum tvímerkta fiskum og reyndist vera 2,4%. Það er lítið merkjatap miðað við aðrar rannsóknir t.d. Otterá o.fl. 1998 og Björn Björnsson o.fl. 2011 (um 10%) og Cadigan & Brattey 2006 (22%). Það er því ljóst að í þessari rannsókn skýrir merkjatap lágt endurheimtuhlutfall aðeins að litlum hluta. Hinsvegar var merkjatap kviðarholsmarkja um 25%, sem bendir til að þau merki henti ekki vel til að merkja þorsk. Ekki er ljóst hvernig kviðarholsmarkin tapast en til greina kemur að gat á kviðarholi fisksins stækki þannig að hak merkisins losni úr fiskinum. Einnig er hugsanlegt að fiskurinn “innbyrði” merkið í kviðarholið þar sem ekkert hak heldur á móti þeirri leið. Hver svo sem skýringin er, þá er frekar mælt með hefðbundinni merkingu þar sem hak merkis grípur í bein í uggageislum.

Ófundin merki og vanskil: Einhver merki fara framhjá sjómönnum en flest þeirra finnast líklega í fiskvinnslu eða á fiskmörkuðum, þó ekki öll. Það getur verið mismunandi hve vel sjómenn taka eftir merkjum um borð í fiskiskipum. Við góðar aðstæður fundu sjómenn í tilraunaverkefni á vegum Hafrannsóknastofnunarinnar 99% merkja, en við erfiðar aðstæður (dimma, mikill afli, lítil meðhöndlun á fiski) einungis 58% merkja (Björn Björnsson o.fl. 2011). Í heildina var áætlað að við venjulegar fiskveiðar fyndu sjómenn einungis um 45% “einmerktra” þorska en hinsvegar um 80% tvímerktra þorska. Annað vandamál er að ekki skila öll endurheimt merki sér til þeirra sem merkja, heldur liggja í skúffum um árabil

og týnast að lokum.

Í þessari rannsókn var endurheimtuhlutfall tvímerktra þorska NA af Horni (18%) lítið eitt hærra en þeirra sem aðeins fengu eitt merki (15%). Sá munur hefði væntanlega verið meiri ef ekki hefði komið til talsvert tap á kviðarholsmarkjum, og ef merkin hefðu verið staðsett á sitt hvorri hlið fisksins til að auka sýnileika. Í rannsókn Björns Björnssonar o.fl. (2011) var endurheimtuhlutfall þorska sem tvímerktir voru með einu slöngumerki og einu rafeindamerki tvöfalt hærra en þeirra sem aðeins voru merktir með einu slöngumerki. Það var að hluta til rakið til þess að meiri líkur eru á að sjómenn verði varir við þorska sem merktir eru með tveimur merkjum þar sem a.m.k. annað merkið sést hvernig sem fiskurinn snýr. Björn Björnsson o.fl. (2011) mæltu með að í komandi merkingum á bolfiski verði allir fiskar tvímerktir, helst á þann hátt að annað merkið verði sett baklægt á vinstri hlið við rót fremsta bakugga (hefðbundið) og hitt merkið kviðlægt á hægri hlið við rót fremsta raufarugga. Með þessu móti mætti auka endurheimtuhlutfall og nákvæmar upplýsingar fengjust um merkjatap.

Hugleiðingar um áhrif friðunarsvæða

Stundum hafa menn áhyggjur af því að fiskur innan friðunarsvæða sé smár og virðist ekki stækka frá ári til árs. Það getur stafað af því að svæðin eru uppeldissvæði og fiskurinn gengur í vaxandi mæli af þeim með aukinni stærð, eins og merkingar sýna. Í staðinn koma svo nýir árgangar það er oftast markmið friðunarsvæða að stuðla að tímabundinni verndun á fiski á viðkvæmu æviskeiði eða af óæskilegri veiðistærð, t.d. á ungviði, en jafnframt að fiskurinn dreifist síðar meir yfir á veiðislóðina og þannig aukist afrakstur stofnsins (Hilborn o.fl. 2004). Það getur þó verið mjög erfitt að meta með mælingum hvort markmiðið um aukinn afrakstur hafi náðst.

Þótt upphaflegt markmið friðunarsvæðanna fyrir norðan land hafi verið að vernda smáþorsk, geta friðunarsvæði einnig hagnast öðrum tegundum fiska og ekki síður botndýrum. Búast má við að fiskum sem eru viðkvæmir fyrir möskvasmugi, t.d. smáýsu, vegni betur á svæðum sem eru varanlega friðuð fyrir togveiðum, heldur en á veiðislóðinni. Ef náttúrulegar aðstæður á svæðunum eru þannig að friðun nái með tímanum að gagnast hægvaða búsvæðamyndandi botndýrum sem rísa upp af

botninum, gæti það hagnast fiskungviði sem nýtir sér það skjól sem þau veita. Það gæti t.d. átt við um friðunarsvæðið norður af Langanesi sem lokað hefur verið samfleytt frá 1976 (Sigfús A. Schopka 2007, Jaworski o.fl. 2010).

Brottkast er oft fylgífiskur veiða á uppeldis-slóð fiska, og kannanir á lengdarháðu brottkasti benda til að stórum hluta þorsks og ýsu um og undir 40 cm sem koma um borð sé hent (Ólafur K. Pálsson o.fl. 2010) enda takmarkaður markaður fyrir svo smáan fisk. Friðun á uppeldissvæðum getur dregið úr brottkasti því að veiðunum er þá frekar beint að stærri fiski.

Rannsóknir sýna að svæðafriðanir skila bestum árangri hjá staðbundnum tegundum eins og t.d. botndýrum, sumum tegundum hitabeltisfiska og flatfiska (Murawski o.fl. 2000, Roberts o.fl. 2001). Fisktegundir sem ganga árstíðabundið langar leiðir eru ekki taldar eins líklegar til að hagnast á svæðafriðunum. Hjá tegundum eins og þorski getur hluti fiskanna samt verið fremur staðbundinn og það á t.d. við um þorsk fyrstu 2-3 æviárin (Kristinn H. Sæmundsson 2005), en eldri fiskur gengur lengri vegalengdir í fæðuleit og á leið sinni á hrygningarsvæðin. Merkingar á friðunarsvæðum fyrir norðvestan og norðaustan land sýna að þótt þorskur njóti tímabundinnar friðunar innan svæðanna, einkum á fæðuöflunartíma, gengur hann með aukinni stærð og kynþroska af svæðunum. Sama á væntanlega við um ýsu og ýmsar aðrar tegundir.

Út frá dreifingu endurheimtra þorska má segja að friðunarsvæði NA af Horni geti haft jákvæð áhrif á fiskveiðar á Halamiðum, í Breiðafirði, við Reykjanes og víðar, og er það í samræmi við niðurstöður merkinganna 1994-1995 (Sigfús Schopka o.fl. 2010). Friðunarsvæði út af Langanesi eru hinsvegar líklegri til að koma fiskveiðum á Austfjarðamiðum til góða.

ÞAKKIR

Við þökkum öllum þeim rannsóknamönnum og sjómönnum sem tóku þátt í merkingaleiðön-grum. Fjölmargir sjómenn sem skiluðu merkjum til Hafrannsóknastofnunarinnar ásamt mikilvægum upplýsingum um endurheimta fiska fá þakkir enda væri rannsókn sem þessi ekki möguleg án þeirra framlags. Birni Björnssyni, Hlyni Ármannssyni og Karli Gunnarssyni þökkum við yfirlestur handrits og gagnlegar ábendingar.

HEIMILDIR

- Björn Björnsson, Hjalti Karlsson, Vilhjálmur Þorsteinsson og Jón Sólmundsson 2011. Should all fish in mark-recapture experiments be double tagged? Lessons learned from tagging coastal cod (*Gadus morhua*). *ICES Journal of Marine Science* 68: 603-610
- Bratley, J. & Cadigan, N. 2004. Estimation of short-term tagging mortality of adult Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Research* 66: 223-233.
- Cadigan, N.G., & Bratley, J. 2006. Reporting and shedding rate estimates from tag-recovery experiments on Atlantic cod (*Gadus morhua*) in coastal Newfoundland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63: 1944-1958.
- Fowler, G.M. & Stobo, W.T. 1999. Effects of release parameters on recovery rates of tagged groundfish species. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56: 1732-1751.
- Hilborn, R., Stokes, K., Maguire, J.J., Smith, A.D.M., Botsford, L.W., Mangel, M., Orensanz, J., Parma, A., Rice, J., Bell, J., Coch-rane, K.L., Garcia, S., Hall, S.J., Kirkwood, G.P., Sainsbury, K., Stefansson, G., Walters, C.J. 2004. When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean & Coastal Management* 47: 197-205.
- Höskuldur Björnsson, Jón Sólmundsson, Kristján Kristinsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Hjörleifsson, Einar Jónsson, Jónbjörn Pálsson, Ólafur K. Pálsson, Valur Bogason & Þorsteinn Sigurðsson 2007. Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum (SMB) 1985-2006 og Stofnmæling botnfiska að haustlagi (SMH) 1996-2006. Undirbúningur, framkvæmd og helstu niðurstöður. *Hafrannsóknastofnunin, fjölrit 131*, 220 bls.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Campana S.E. & Guðrún Marteinsdóttir 2006. Stock structure of Icelandic cod *Gadus morhua* L. based on otolith chemistry. *Journal of Fish Biology* 69: 136-150.
- Jaworski, A., Jón Sólmundsson & Stefán Á. Ragnarsson, 2006. The effect of area closures on the demersal fish community off the east coast of Iceland. *ICES Journal of Marine Science* 63: 897-911.
- Jaworski, A., Jón Sólmundsson & Stefán Á. Ragnarsson 2010. Fish assemblages inside and outside marine protected areas off northern

- Iceland: protection effects or environmental confounds? *Fisheries Research* 102: 50-59.
- Jón Jónsson 1996. Tagging of cod (*Gadus morhua*) in Icelandic waters 1948-1986. *Rit Fiskideildar* 14: 5-82.
- Konráð Þórisson, Ingibjörg G. Jónsdóttir, Guðrún Marteinsdóttir & Campana, S.E. 2011. The use of otolith chemistry to determine the juvenile source of spawning cod in Icelandic waters. *ICES Journal of Marine Science* 68: 98-106.
- Kristinn H. Sæmundsson 2005. Útbreiðsla og farþorskungviðis (*Gadus morhua*) við Ísland. M.S. ritgerð. Líffræðiskor H. Í., 118 bls.
- Kristján Kristinsson, Björn Ævarr Steinarsson & Sigfús A. Schopka 2005. Skyndilokanir á þorskveiðar í botnvörpu á Vestfjarðamiðum. *Hafrannsóknastofnunin, fjölrit 114*, 29 s.
- Murawski, S.A., Brown, R., Lai, H-L., Rago, P.J. & Hendrickson, L. 2000. Large-scale closed areas as a fisheries management tool in temperate marine systems: the Georges Bank experience. *Bulletin of Marine Science* 66: 775-798.
- Nøstvik, F. & Pedersen, T. 1999. Catching cod for tagging experiments. *Fisheries Research* 42: 57-66.
- Otterå, H., Kristiansen, T.S. & Svåsand, T. 1998. Evaluation of anchor tags used in searanching experiments with atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Fisheries Research* 35: 237-246.
- Ólafur K. Pálsson, Höskuldur Björnsson, Eyþór Björnsson, Guðmundur Jóhannesson & Þórhallur Ottesen 2010.
- Mælingar á brottkasti botnfiska 2009. *Hafrannsóknir* 154, 14 s.
- Pampoulie, C., Ruzzante, D.E., Chosson, V., Þóra Dögg Jörundsdóttir, Taylor, L., Vilhjálmur Þorsteinsson, Anna Kristín Daníelsdóttir & Guðrún Marteinsdóttir 2006. The genetic structure of Atlantic cod (*Gadus morhua*) around Iceland: insight from microsatellites, the *Pan I* locus, and tagging experiments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63: 2660-2674.
- Pampoulie, C., Steingrund, P., Magnús Ö. Stefánsson & Anna K. Daníelsdóttir 2007. Genetic divergence among East Icelandic and Faroese populations of Atlantic cod provides evidence for historical imprints at neutral and non-neutral markers. *ICES Journal of Marine Science* 65: 65-71.
- Roberts, C.M., Bohnsack, J.A., Gell, F., Hawkins, J.P. & Goodridge, R. 2001. Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Science* 294: 1920-1923.
- Sigfús A. Schopka 2007. Friðun svæða og skyndilokanir á Íslandsmiðum. Sögulegt yfirlit. *Hafrannsóknastofnunin, fjölrit 133*, 86 s.
- Sigfús A. Schopka, Jón Sólmundsson, Stefán Á. Ragnarsson & Vilhjálmur Þorsteinsson 2010. Using tagging experiments to evaluate the potential of closed areas in protecting migratory Atlantic cod (*Gadus morhua*). *ICES Journal of Marine Science* 67:1024-1035.
- Sigfús A. Schopka, Jón Sólmundsson & Vilhjálmur Þorsteinsson 2006. Áhrif svæðafriðunar á vöxt og viðgang þorsks. Niðurstöður úr þorskmerkingum út af norðanverðum Vestfjörðum og Húnaflóa sumurin 1994 og 1995. *Hafrannsóknastofnunin, fjölrit 123*: 5-26.

Lífríki fjörunnar við útfall Reykjanesvirkjunar

Karl Gunnarsson, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Svanhildur Egilsdóttir
Hafrannsóknastofnunin

ÁGRIP

Karl Gunnarsson, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Svanhildur Egilsdóttir 2012. Lífríki fjörunnar við útfall Reykjanesvirkjunar. Hafrannsóknir 160.

Virkjun gufuaflds við Reykjanes hefur verið í gangi frá 2006. Heitt frárennslisvatn streymir frá virkjuninni eftir rás út í fjöruna við Kistu á Reykjanesi. Tilgangur þessarar könnunar var að kanna hugsanleg áhrif frárennslisvatnsins á lífríki fjörunnar. Skoðuð var tegundasamsetning fjörukýra og þörungum og auk þess þekju þörungum og botnfastra dýra. Tekin voru þrjú snið nálægt útfallinu norðan til (í 10, 60 og 120 m fjarlægð frá útrennslisopinunni) og tvö snið til viðmiðunar, nokkuð fyrir sunnan útrásina (500 og 600 m). Lítil munur var á fjölda þörungum á milli sniða en þó voru heldur færri tegundir að jafnaði næst útrennslisopinunni og voru flestar tegundir á viðmiðunarsniði sunnan við útfallið. Fjöldi fjörukýra var einnig minni norðan við útfallið en á viðmiðunarsniðunum. Í heild var lífríki fjörunnar við Kistu á Reykjanesi fjölbreytt. Lágvaxnir þörungar voru ríkjandi og allar þær tegundir sem fundust í könnuninni hafa fundist áður hér við land. Mikill breytileiki var á lífríki fjörunnar við Kistu sem ekki er talinn tengjast afstöðu eða fjarlægð til útrásaropsins nema að litlu leyti. Fjörubeðurinn við Kistu er óreglulegur og veitir víða staðbundið skjól sem gæti aukið fjölbreytileikann þrátt fyrir mikla brimasemi.

INNGANGUR

Reykjanesvirkjun hefur verið starfrækt síðan 2006. Útrásarpípa með affallsvatninu frá virkjuninni opnast í litla vík í fjörunni við Kistu, um 2,5 km norðan við Öngulbrjótsnef á Reykjanesi. Um 4400 sekúndulítrar af 50 °C heitu vatni rennur þar í fjöruna (Sigurður G. Kristinsson og Guðlaugur M. Einarsson 2008). Útrennslisopið er efst í fjörunni. Þegar það er fjara rennur vatnið niður fjöruna ofan í litla vík fyrir framan útrennslisopið en á háflóði dreifist það og blandast sjónum á stærra svæði.

Eftirfarandi könnun var gerð árið 2009 vegna hugsanlegra áhrifa heits frárennslisvatns frá Gufuafldsvirkjun á Reykjanesi á lífríki fjörunnar.

Tilgangur könnunarinnar var að safna upplýsingum um lífríki fjörunnar í nágunda við fyrrgreint útrennslisop til að geta metið áhrif þess á lífríkið. Tegundasamsetning og þekja

Abstract

Karl Gunnarsson, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Svanhildur Egilsdóttir 2012. Life in the littoral zone at the outflow from Reykjanes Geothermal Power Plant. Marine Research in Iceland 160.

Production of energy from Reykjanesvirkjun, Reykjanes Geothermal Power Plant, began in 2006. A 50 °C hot seawater is channelled through a discharged pipe to the nearby shore. The aim of this study was to examine the possible effect of the hot water on the ecosystem of the shore. Species composition of fauna and flora, as well as coverage of sessile biota was registered. Three sampling transects were laid north of the outflow (10, 60 and 120 m) and two transects were laid south of the outflow (500 and 600 m) for comparison. Slightly fewer algal species were found closest to the outflow than at the control transects. The ecosystem of the shore has rather high diversity that cannot be related to the distance from the outflow. The shore is made of lava substrate and it is rather exposed. The irregularity of the substrate does presumably play a larger role in determining species composition of the shore than the hot water outflow.

fjörulífvera var skoðuð á 5 sniðum. Þessu nálægt útrennslisopinunni norðan við það og tveimur til viðmiðunar, nokkru fyrir sunnan útrennslisopið.

Þess má geta að þetta er í fyrsta sinn sem áhrif jarðhitavatns á fjörulífverur eru athuguð hér við land.

AÐFERÐIR

Talið er að affallsvatnið frá virkjuninni berist fyrst og fremst með ströndinni til norðurs (Sigurður G. Kristinsson og Guðlaugur M. Einarsson 2008). Affallsvatnið flýtur ofan á köldum sjó meðan kyrrt er en blandast honum í ölduróti. Affallið ætti því aðallega að hafa áhrif á lífríki fjörunnar norðan við útrennslisopið ef það hefur áhrif á annað borð. Því voru sett út þrjú athugansnið (snið I-III) 10, 60 og 120 metrum fyrir norðan útrennslisopið til að skoða lífríki sem hugsanlega verður fyrir áhrifum. Tvö önnur snið (snið IV og V), 500 og 600 metrum sunnan við útrásina (1. og 2. mynd, tafla 1) voru tekin til viðmiðunar.



1. mynd. Rannsóknasnið I-III (10, 60 og 120 m) norðan við útfall heita vatnsins frá Reykjanesvirkjun.

Figure 1. Transect I-III (10, 60 and 120 m) north of the outflow (labeled in the figure as "Útfall").

Rannsóknarsvæði

Rannsóknarsvæðið var fjaran sitt hvoru megin við útfall heits vatns frá Reykjanesvirkjun sem er á $63^{\circ}50,08'N$ og $22^{\circ}42,88'V$. Fjaran á rannsóknarsvæðinu er stórgrýtt klett-fjara. Undirlagið er hraunjaðar sem er mjög ójafn og er mikill breytileiki í lögun fjörunnar milli stöðva innan hvers sniðs. Sumar stöðvar voru í miklum halla meðan aðrar voru á sléttum sillum.

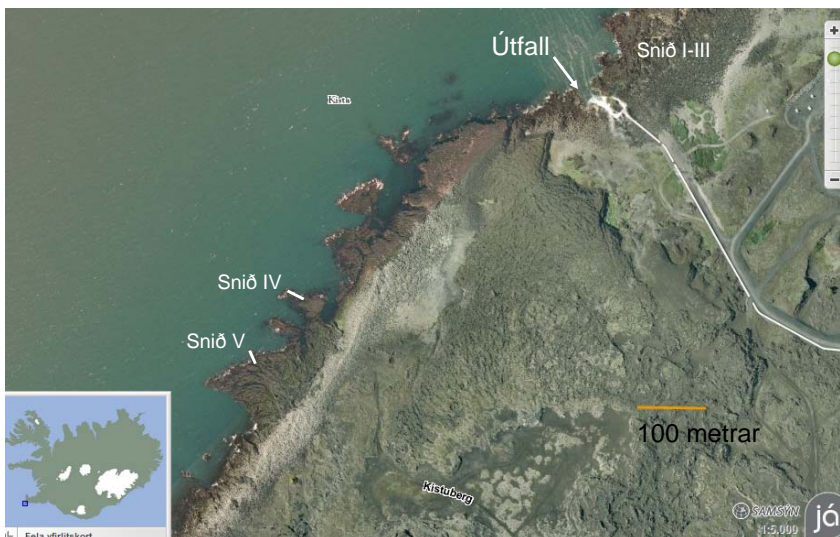
Affallsvatn frá orkuverinu hefur greinileg, sjáanleg áhrif á gróður og dýralíf nálægt útrennslisopinunni. Lítil gróðurþekja er á klöppunum næst útrennslisopinunni og gróður virðist mjög einsleitur. Þegar komið er um 10 metra frá útrennslisopinunni eru ekki lengur sjáanleg áhrifin á lífríki fjörunnar. Þar virðist lífríki, fljótt á litið, tiltölulega fjölbreytt og áhrif affallsvatns virðast ekki ná svo langt.

Sjógangur er oft mikill á þessum stað og fjara opin fyrir úthafsöldu. Aðstæður eru þannig að ekki er unnt að vinna þar við athuganir og sýnatökur nema á stórstraumsfjöru, í tiltölulega sléttum sjó. Vegna brimasemi var erfitt um vik að skoða neðsta hluta fjörunnar og eru neðstu reitirnir sem voru skoðaðir um eða yfir 1 metra ofan við meðalstórstraumsfjöru.

Söfnun og úrvinnsla

Sýnataka fór fram dagana 27. maí, 8. júní, 10. júní, 22. júlí og 24. júlí 2009.

Á hverju sniði voru teknar stöðvar með 25 cm hæðarmun frá efstu fjöruþörungum og eins langt niður og unnt var. Til að mæla hæðarmun milli stöðva voru notaðar tvær stikur, önnur var merkt með striki 25 cm neðan við efri enda og með því að miða efri enda á neðri stikunni og 25 cm merkinguna á efri stikunni við sjón-



2. mynd. Rannsóknasnið IV um 500 m og V um 600 m sunnan við útrennslisopið.

Figure 2. Transect IV, about 500 m and transect V, about 600 m south of the outflow (labeled in the figure as "Útfall").



3. mynd. Hæðarmunur í fjöru metin með hæðarstikum sem bornar eru við sjóndeildarhring.

Figure 3. Height difference of stations estimated with two graduated sticks and the horizon.

deildarhring var 25 cm hæðarmunur fundinn (sjá mynd 3). Með því að meta sjávarhæð á neðstu stöð á hverju sniði og með upplýsingum um sjávarhæð frá Sjómælingum Íslands á þeim tímapunkti var hægt að reikna hæð annarra stöðva á sniðinu.

Á hverri stöð var upplýsingum safnað innan tveggja ramma sem lagðir voru sinn hvoru megin við sniðlínuna. Ramminn var 0,25 m² að stærð og skipt upp í 25 smáreiti til að auðvelda þekjumatið. Þannig var gerð úttekt á tveimur 0,25 m² reitum (a og b) á hverri stöð.

Innan hvers ramma voru þörungar og dýr skoðuð (4. mynd). Þörungar voru greindir á staðnum og þekja þeirra metin. Fjörudýr, sem auðvelt var að greina á staðnum eins og kuðungar, krabbar og krossfiskar, voru talin en smærri og hreyfanlegri dýr, eins og smákrabba-dýr, burstaormar, ranaormar o.fl. voru skráð en ekki talin. Tegundum, sem ekki var unnt að

greina á staðnum, var safnað til greiningar á rannsóknastofu. Þekja botnfastra dýra var metin. Var þar fyrst og fremst um að ræða krækling (*Mytilus edulis*) og hrúðurkarl (*Semibalanus balanoides*).

Þekjukort voru unnin fyrir helstu þörunga-tegundir, hrúðurkarla og krækling. Þar voru borin saman þéttleiki og dreifing helstu tegunda miðað við hæð í fjörunni. Þekjukort voru gerð fyrir tegundir sem komu fyrir á tveimur stöðvum með > 10% þekju á sniði. Út frá hæð í fjöru var teiknað þekjukort þar sem sjá má þéttleika hverrar tegundar fyrir sig út frá hæð.

NIÐURSTÖÐUR

Alls var skoðuð 51 stöð, tveir reitir á hverri stöð. Samtals voru því 102 reitir notaðir við fjöru rannsóknina. Tegundalistar þörunga og dýra fyrir hvert snið eru í viðauka.



4. mynd. Söfnun gagna í fjöru við útrennsli afrennslisvatns frá Reykjanesvirkjun. Á tveimur reitum á hverri stöð var lífverum safnað til greininga á rannsóknastofu (vinstri mynd) og þekja fastvaxinna lífvera metin (hægri mynd). Stöðvar voru settar út með 25 cm hæðarmillibili niður fjörunna.

Figure 4. Data sampling at the shore near the outflow of 50 °C hot cooling water from Reykjanesvirkjun, Geothermal Power Plant. Fauna was identified from two parallel 0.25 m² frames, specimens not possible to identify in the field were collected for further identification in laboratory (left figure). Coverage of algae and other sessile biota estimated (right figure). At each transect stations were layed out with 25 cm height intervals.

Allranæst útrennsliopinu þar sem 50 °C heitt vatn rennur í fjöruna var fábreytt lífríki, hrúðurkarlar (*Semibalanus balanoides*) og slavak (*Enteromorpha* sp.) voru ríkjandi og lítið um aðrar tegundir. Strax 10 metrum norðar, við fyrsta sniðið sem var skoðað, var gróður og dýralíf fjörunnar „eðlilegt“ á að líta.

Þekjumælingar

Þekja þörungna og botnfastra dýra er sýnd á 5. mynd. Eingöngu er sýnd þekja tegunda sem höfðu a.m.k. 10 % þekju á tveimur stöðvum á viðkomandi sniði. Á sniði I til III voru 8 tegundir sem náðu því marki. Á viðmiðunarsniðum voru einungis 5 tegundir sem náðu þeirri þekju.

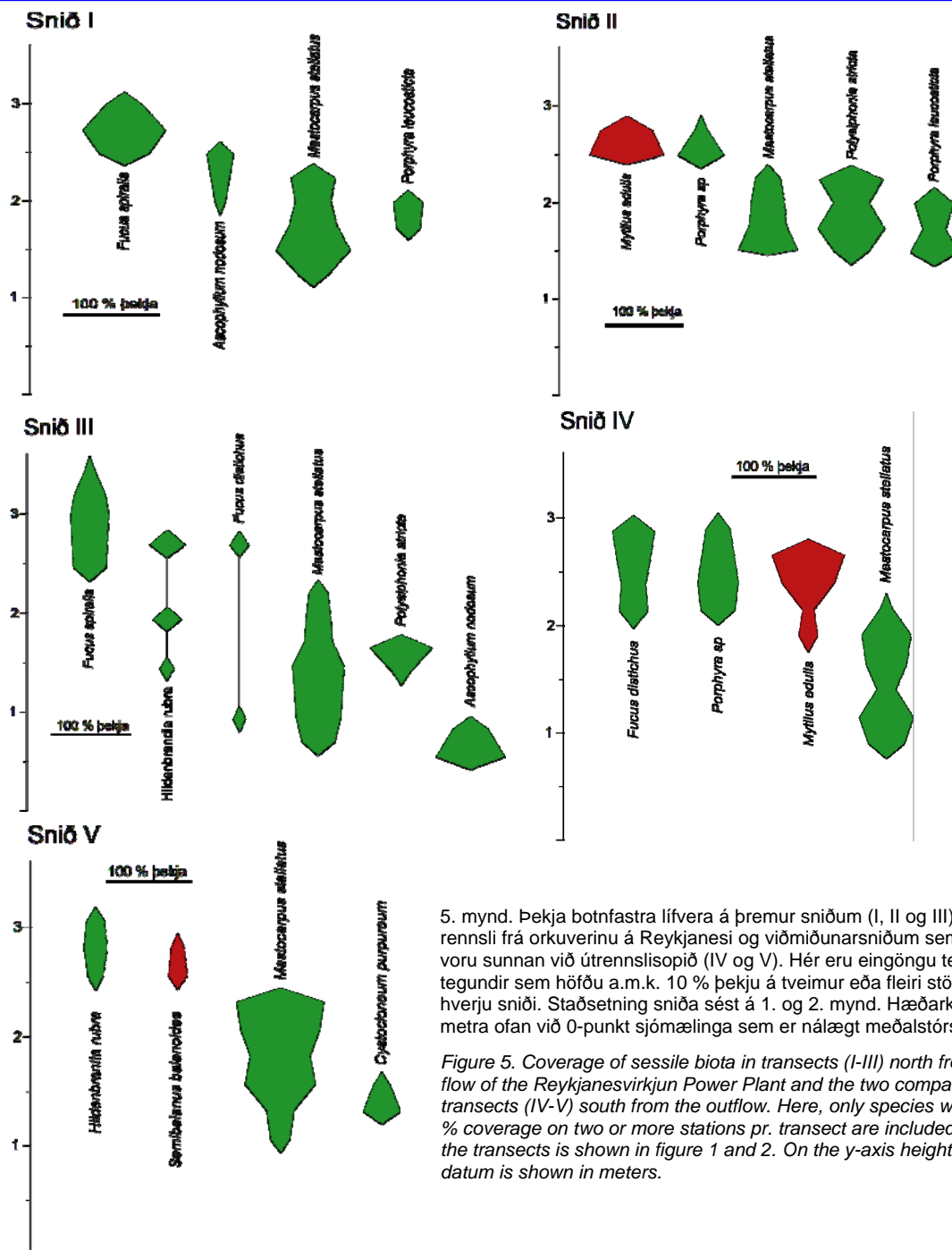
Ein tegund var ríkjandi á öllum sniðum hvað varðar þekju, sjóarkræða (*Mastocarpus stellatus*). Aðrar tegundir sem höfðu mælanlega þekju voru bundnar við eitt eða tvö snið. Þær voru rauðþörungurinn *Polysiphonia stricta* á sniði II, klapparþang (*Fucus spiralis*) á sniðum I og III og kræklingur (*Mytilus edulis*) á sniðum II og IV. Purpurahimnur (*Porphyra* spp.) náðu einnig víða þekju. Skúfþang (*Fucus distichus*) og klóþang (*Ascophyllum nodosum*) sem alla jafnan eru ríkjandi þangtegundir í klapparfjörum voru í tiltölulega litlu mæli á þessu svæði.

Sjóarkræða var allsráðandi í neðri hluta fjörunnar þar sem þekja hennar var allt að 100%. Þær tegundir aðrar sem náðu einhverri þekju þar voru purpurahimna, *Porphyra leucosticta*, sem óx á sjóarkræðu og fíngerðir, þráðlaga rauðþörungur (*Polysiphonia stricta* og *Cystoclonium purpureum*) sem uxu innan um sjóarkræðu.

Tafla 1. Fjarlægð sniða og staðsetning miðað við útfall frá orkuverinu á Reykjanesi. Fram kemur fjöldi stöðva og reita á hverju sniði. Taflan sýnir einnig fjölda tegunda, dýra og þörungna, er fannst á hverju sniði.

Table 1. Distance of the transects and their position near the outflow from Reykjanesvirkjun. Number of stations and sampling frames in each transect. The table also shows number of species, fauna and flora, found at each transect.

Snið Transect	Fjarlægð frá útfalli Distance from outflow (m)	Staðsetning Coordinates		Átt frá útfalli Direction from out- flow	Fjöldi stöðva No. of stations	Fjöldi reita No. of frames	Fjöldi tegunda No. of species
	Lengd Lat	Breidd Long					
I	10	63°50'05"N	22°43'42"W	N	9	18	60
II	60	63°50'06"N	22°42'41"W	N	8	16	54
III	120	63°50'06"N	22°42'51"W	N	13	26	84
IV	500	63°49'59"N	22°43'16"W	S	9	18	83
V	600	63°49'50"N	22°43'24"W	S	12	24	88
Alls Total					51	102	141



5. mynd. Þekja botnfastra lífvera á þremur sniðum (I, II og III) við frárennsli frá orkuverinu á Reykjanesi og viðmiðunarsniðum sem skoðuð voru sunnan við útrenslisopið (IV og V). Hér eru eingöngu teiknaðar tegundir sem höfðu a.m.k. 10 % þekju á tveimur eða fleiri stöðvum á hverju sniði. Staðsetning sniða sést á 1. og 2. mynd. Hæðarkvarði sýnir metra ofan við 0-punkt sjómælinga sem er nálægt meðalstórstraumsfjöru.

Figure 5. Coverage of sessile biota in transects (I-III) north from the outflow of the Reykjanesvirkjun Power Plant and the two comparison transects (IV-V) south from the outflow. Here, only species with at least 10 % coverage on two or more stations pr. transect are included. Location of the transects is shown in figure 1 and 2. On the y-axis height above chart datum is shown in meters.

Rhodomela lycopodioides.

Eins og sést af töflu 2 ná öll 5 sniðin a.m.k. upp að 3,2 m hæð í fjöru. Snið II, III og V ná ofar. Þrjár tegundir þörunga (*Fucus spiralis*, *Cladophora sericea* og *Ectocarpus confervoides*) fundust einungis efst á sniði III (þ.e. ofan við 3,2 m). Á sniði V fundust *Fucus spiralis* og *Ulothrix flacca* einungis efst.

Öll snið ná niður að 1,4 m hæð í fjöru en snið I, IV og V ná niður að 0,9 m. Á sniði I fannst *Spongomorpha aeruginosa* einungis neðan við 1,4 m. Hins vegar, fundust 9 tegundir

eingöngu fyrir neðan 1,4 m, á sniði IV (*Ceramium pallidum*, *Ceramium secundatum*, *Chaetomorpha melagonium*, *Ectocarpus confervoides*, *Ectocarpus fasciculatus*, *Phycodrys rubens*, *Plocamium lyngbyanus*, *Polysiphonia brodiae* og *Ulvaria obscura*). Á sniði V fundust þrjár tegundir (*Ceramium secundatum*, *Hincksia hincksiae* og *Lomentaria clavellosa*) eingöngu neðan við 1,4 m.

Fjörudýr

Alls fundust 58 tegundir fjörudýra eða dýrahópa í athugininni. Fjöldi tegunda jókst lítillega

Tafla 2. Fjöldi þörungategunda á hverri stöð fyrir snið I-V miðað við hæð í fjöru.

Table 2. Number of algal species found at different heights above sea level in transects I-V.

Hæð yfir sjó Height above sea level (m)	Snið Transects				
	I	II	III	IV	V
4,45			3		
4,2			5		
3,95			4		
3,7			15		5
3,4-3,45			15		6
3,2-3,4		5	10		9
2,9-3,2	4	7	27	15	22
2,67-2,8	7	17	22	19	18
2,42-2,7	21	19	28	15	18
2,17-2,3	19	17	27	20	21
1,9-2,1	21	16	27	20	24
1,67-1,8	11	14	18	13	17
1,4-1,6	13	20	9	15	19
1,1-1,2	13			21	6
0,9-0,92	6			21	13
Alls Total	43	38	53	43	55

með aukinni fjarlægð frá útrennsisopinunni (tafla 4). Alls fundust 12 sameiginlegar tegundir/hópar á öllum sniðum en 12 tegundir fundust eingöngu á samanburðarsniðum.

Þær tegundir sem voru sameiginlegar fyrir öll snið voru hrúðurkarlinn *Semibalanus balanoides*, marflóin *Parajassa pelagica* og þangflóin *Apophyale prevostii*, brimlúsinn *Idotea*

pelagica og þanglúsinn *Idotea granulosa*. Einnig þangdoppa (*Littorina obtusata*), klettadoppa (*Littorina saxatilis*), nákuðungur (*Nucella lapillus*) og kræklingur (*Mytilus edulis*). Auk þeirra voru ranaormar, ánar og sæfíflar á hverju sniði, en þessir hópar voru ekki greindir til tegunda. Engar tegundir fundust eingöngu á stöðvum norðan við útrennsisopið. Við snið III, sem er fjærst útrennsisopinunni til norðurs, bættust við 11 tegundir sem voru sameiginlegar við snið IV og V (samanburðarsniðin).

Algengustu fjörudýr voru hrúðurkarl, þangdoppa, nákuðungur, kræklingur og klettadoppa. Þessar tegundir voru allar á yfir 50% af stöðvunum (tafla 5). Á sniði III fannst ein tegund (*Ligia oceanica*) ofan við 3,2 m en á sniði V fannst engin tegund eingöngu fyrir ofan 3,2 m. Mun fleiri tegundir fundust hins vegar eingöngu neðan við 1,4 m. Á sniði I fannst *Gammarus* sp. Á sniði IV fundust 8 tegundir neðan við 1,4 m (*Harmathoe imbricata*, *Gammarus* sp., *Amphithoe rubricata*, *Janira maculosa*, *Lacuna vincta*, *Margarites helicinus*, *Ophiopholis aculeata* og *Henricia* sp.) og á sniði V fundust þar tvær tegundir (*Asterias rubens* og *Ophiopholis aculeata*).

Almennt gildir að fjöldi tegunda og hópa jókst eftir því sem fjær var farið frá útrennsisopinunni (tafla 4). Snið I og II höfðu fæstar tegundir, mest krabbadýr (þanglús, marflær og hrúðurkarlar). Á sniði III bættust hveldýr, mosa-dýr og sæköngulær við fánuna. Á viðmiðunarsniðunum IV og V jókst fjöldi tegunda og einnig bættust fleiri dýrahópar við eins og skrápýr, burstaormar og mun fleiri skelja- og kuðungategundir (tafla 6). Á sniði III og V sem

Tafla 3. Algengustu þörungategundir í fjörunni við orkuverið á Reykjanesi. Fjöldatala sýnir á hversu mörgum athugunarstöðvum tegundina var að finna og hversu stórt hlutfall það var af heildarfjölda stöðva.

Table 3. Most common algal species near the Reykjanesvirkjun Power Plant. The first two columns show the number of stations where the species was recorded, and the percentage of stations. Columns three and four show the names of the species, in Icelandic and Latin.

Fjöldi stöðva No. of stations	%	Tegund Species	Latneskt heiti Latin names of species
41	80,4	Sjóarkræða	<i>Mastocarpus stellatus</i>
37	72,5	Rauðir skorpuþörungar	<i>Hildenbrandia</i> spp.
37	72,5	Kalkskán	<i>Corallinacea</i> spp.
30	58,8	Purpurahimna	<i>Porphyra leucosticta</i>
27	52,9	Brimskúfur	<i>Acrosiphonia arcta</i>
26	51,0	Þunnaskegg	<i>Polysiphonia stricta</i>
24	47,1	Klóþang	<i>Ascophyllum nodosum</i>
23	45,1	Snót	<i>Aglaothamnion sepositum</i>
23	45,1	Skúfþang	<i>Fucus distichus</i>

Tafla 4. Fjöldi dýrategunda og hópa á hverri stöð fyrir snið I-V miðað við hæð í fjöru.

Table 4. Number of animal species pr. different height above sea level in shore in transects I-V.

Hæð yfir sjó Height above sea level (m)	Snið /Transect				
	I	II	III	IV	V
4,45			1		
4,2			1		
3,95			7		
3,7			6		2
3,4-3,5			7		6
3,2-3,4		1	10		5
2,9-3,2	5	5	13	10	15
2,7-2,8	5	10	19	11	9
2,4-2,7	5	6	12	7	12
2,2-2,3	5	7	10	10	9
1,9-2,1	8	9	4	11	19
1,7-1,8	6	9	7	18	20
1,4-1,6	8	8	8	14	22
1,1-1,2	5			21	25
0,9-0,92	11			21	19
Alls Total	17	16	31	40	53

náðu hæst upp í fjörunni sást að tegundum fækkaði með hækkun stöðva í fjöru (tafla 6). Efst var einkum að finna klettadoppur, þangdoppur, nákuðunga og hrúðurkarla.

UMRÆÐA

Þessi rannsókn sýnir tegundasamsetningu þörungna og fjöruvíra á 5 sniðum í fjörunni ná-

lægt útrás affallsvatns frá Reykjanesvirkjun. Reynt var að meta hversu mikil áhrif affallsvatnið hefur á dýra- og gróðurlíf í fjörunni. Þrjú snið voru tekin norðan við útrennsisopið (10, 60 og 120 m frá útrennsisopi) og tvö voru tekin töluvert sunnan við útrennsisopið (500 og 600 m frá) til að fá samanburð á svæði þar sem áhrifa affallsvatns var ekki að vænta.

Búast hefði mátt við mestum áhrifum norðan við útrennsisopið þar sem ríkjandi straumur liggur norður með landinu á þessum slóðum. Skýrsla ÍSOR frá 2008 (Sigurður G. Kristinsson, Gunnlaugur M. Einarsson 2008) sýnir að þegar vindur er að hánorðan streymir affallsvatn beint út frá útrennsisopinum, en í sunnanátt berst affallið norður með fjörunni.

Samanburður á sniðum var erfiður þar sem breytileiki á undirlagi var mjög mikill. Fjaran þar sem sniðin voru tekin var mis brött og fjöldi stöðva var ekki sá sami á hverju sniði. Til dæmis náðist að skoða snið III og V talsvert hærra upp í fjöruna en önnur snið. Hins vegar náðu athuganir á sniðum II og III ekki eins langt niður og á hinum sniðunum.

Að jafnaði voru færri þörungategundir á hverri stöð á sniðum I og II næst affallinu en á sniðunum fjær. Tegundafjöldi var mestur neðst og um miðja fjöru. Fjöldi tegunda, bæði þörungna og dýra, sem kom eingöngu fyrir ofar en 3,2 m var ekki mikill og hefur ekki mikil áhrif á heildarfjölda á sniði. Hins vegar voru tegundir sem eingöngu fundust á stöðvum neðan við 1,4 m fleiri, einkum á sniði IV.

Breytingar á lofthita, þurrki og seltu eru að jafnaði meiri ofar í fjöru en neðar og hafa þær sveiflur hugsanlega meira áhrif en affallsvatnið á það hvaða tegundir vaxa efst í fjörunni. Þær

Tafla 5. Algengustu fjöruvírategundir í fjörunni við orkuverið á Reykjanesi. Fjöldatala sýnir á hversu mörgum athugunarstöðvum tegundina var að finna og hversu stórt hlutfall það var af heildarfjölda stöðva.

Table 5. Most common animal species near the Reykjanesvirkjun Power Plant. The first two columns show the number of stations where the species was recorded, and the percentage of stations. Columns three and four show the names of the species, in Icelandic and Latin.

Fjöldi stöðva No. of stations	% freq.	Tegund Species	Latneskt heiti Latin names of species
46	90,2	Hrúðurkarl	<i>Semibalanus balanoides</i>
39	76,5	Þangdoppa	<i>Littorina obtusata</i>
39	76,5	Nákuðungur	<i>Nucella lapillus</i>
37	72,5	Kræklingur	<i>Mytilus edulis</i>
26	51,0	Klettadoppa	<i>Littorina saxatilis</i>
25	49,0	Þangfló	<i>Aphya prevostii</i>
25	49,0	Brimlús	<i>Idotea pelagica</i>
18	35,3	Þanglús	<i>Idotea granulosa</i>

Tafla 6. Fjöldi fjörudýrategunda innan helstu hópa á hverju sniði fyrir sig.

Table 6. Number of animal species within the three most common groups pr. transect.

Snið <i>Transect</i>	Lindýr <i>Mollusca</i>	Krabbadýr <i>Crustacea</i>	Skrápdýr <i>Echinodermata</i>	Annað <i>Diverse</i>
I	5	9		3
II	5	6		5
III	12	10		8
IV	13	10	3	11
V	19	9	5	20

tegundir sem vaxa efst í fjöru þola því miklar sveiflur í umhverfisáðstæðum og verða því síður fyrir áhrifum af heitu affallsvatninu en tegundir sem vaxa neðar í fjörunni.

Allmargar þörungategundir virtust vaxa betur á áhrifasvæði affallsins en á viðmiðunarsniðunum en aðrar fundust eingöngu á viðmiðunarsvæðinu. Tvær þörungategundir sem báðar eru sjaldgæfar við Ísland fundust í meira mæli nærri útrennslisopinunni á Reykjanesi en annars staðar þar sem þær hafa fundist við landið. Þær eru rauðþörungarnir *Aglaothamnion hookeri* og *Polysiphonia brodiae*. Báðar eru lágvaxnar og lifa innan um sjóarkræðu neðarlega í fjörunni. Hér vaxa þær við norðurmörk útbreiðslu sinnar. Hærrí hiti við affallið gæti hugsanlega haft jákvæð áhrif á vöxt þessara tegunda en ekki er þó hægt að fullyrða um slíkt út frá þessari rannsókn.

Færri tegundir fjörudýra fundust á sniðum I og II sem eru næst útrásinni en á öðrum sniðum. Ákveðnar tegundir og hópar hverfa þegar nær dregur útrennslisopinunni. Engar nýjar fjörudýrategundir koma í stað þeirra sem hverfa og engar tegundir fjörudýra sem eru þekktar frá hlýrri slóðum virðast hafa numið land við útrásina. Þau fjörudýr sem fundust í þessari rannsókn eru öll meðal algengustu fjörudýra við landið (Agnar Ingólfsson 2006).

Lítið hefur verið gert af beinum mælingum á fjörulífverum á utanverðu Reykjanesi. Agnar Ingólfsson (1985) tók saman upplýsingar um fjörur á Suðvesturlandi, frá Hvalfirði suður um til Ölfusárósa, þar sem fjörugerðum og lífríki fjara á þessu svæði var lýst almennt. Espinosa og Guerra-García (2005) greindu samfélög fjörulífvera og samspil þörungna og fjörudýra meðal annars í fjörunni við Sandgerðisvíta.

Brimasemi og undirlag, auk seltu, sjávarfalla og hitastigs eru þeir þættir sem mest hafa áhrif

lífríki fjörunnar. Samkvæmt samantekt Agnars Ingólfssonar (1985) er brimasemi langmest á sunnanverðum Reykjaneskaganum og einnig mikið á utanverðum skaganum sunnan Hafna. Skúfþang þolir brim allra þangtegunda best en skúfþangfjörur eru einna útbreiddastar á Reykjaneskaganum sunnanverðum. Í slíkum fjörum geta purpurahimna og marínkjarni (*Alaria Esculenta*) einnig verið til staðar í miklum mæli (Agnar Ingólfsson 1985). Þau dýr sem þola brim best eru klettadoppur og hrúðurkarlar (Agnar Ingólfsson 1985). Hróðurkarlar eru botnfastir og geta varist miklu brimi betur en dýr sem eru hreyfanleg eða sitja ekki eins föst.

Espinosa og Guerra-García (2005) greindu þörungna og dýr með 50 cm millibili niður fjöruna við Sangerðisvíta. Þó að fjörunnar við Sandgerði séu nálægt rannsóknasvæði þessarar athugunar eru aðstæður ólíkar. Fjaran við Kistu við Reykjanesvirkjun er brött, hefur mjög gróft og óreglulegt undirlag sem er samfelt hraun og þar er mjög mikið brim. Fjaran við Sandgerði var hins vegar með lítinn halla og tiltölulega skjólsæl. Niðurstöður rannsókna Espinosa og Guerra-García (2005) eru því ekki fyllilega sambærilegar við þá könnun sem hér um ræðir. Við Kistu fundust 72 tegundir þörungna en 27 við Sandgerði og voru 20 á báðum stöðum, og af 45 tegundum fjörudýra sem fundust við Kistu voru 20 tegundir á báðum stöðum. Það er einnig mikill munur á því hvaða tegundir eru ríkjandi. Við Sandgerði er klóþang til dæmis ríkjandi tegund um miðja fjöruna en við Kistu er skúfþang, sem ekki fannst í könnun þeirra félaga við Sandgerði, almennt mest áberandi þangtegund í miðri fjöru. Sagþang (*Fucus serratus*) sem myndar samfellda þekju neðst í fjöru við Sandgerði fannst ekki við Kistu.

Agnar Ingólfsson skilgreindi þrjár megin

gerðir klettafjara við Ísland í samantekt sinni um íslenskar fjörur og fjörudýr (Agnar Ingólfsson 2006). Þessar fjörugerðir eru kenndar við ríkjandi þangtegundir og nefnast; klóþangsfjörur, sem eru fremur skjólsælar, bóluþangsfjörur og skúfþangsfjörur sem eru oftast brimasamar. Ólíkt fjörum á sunnanverðum Reykjaneskaga þar sem skúfþang er ríkjandi komu klóþang, klapparþang og skúfþang fyrir á öllum sniðum í könnun okkar á fjörunni við Kistu. Brimasemi fjörunnar er engu að síður mikil en fjörubeðurinn er mjög óreglulega lagaður og getur sums staðar veitt staðbundið skjól. Þar hafa því tegundir sem annars einkenna skjólsælar fjörur, eins og klóþang, möguleika á að vaxa þrátt fyrir mikla brimasemi.

LOKAORÐ

Sýnileg áhrif affallsvatns á lífríki fjörunnar allranæst útrennsliopinu eru greinileg (sjá mynd 6). Lítil gróðurþekja er á klöppunum næst útrennsliopinu og gróðurinn virðist fljótt á litið mjög einsleitur og gerólíkur þeim gróðri sem er í fjörunni aðeins um 10 metrum norðar. Þegar komið er 10 metra frá útrennsliopinu eru áhrifin ekki lengur auðsæ á lífríki fjörunnar. Þar virðist lífríkið tiltölulega fjölbreytt og fjótt á litið virðast áhrif affallsvatnsins ekki ná svo langt.

Munur á fjölda þörungna á milli sniða er ekki mikill. Þó voru færri tegundir að jafnaði næst útrennsliopinu og flestar tegundir á sniði V sunnan við útrennsliopið þar sem minnstra áhrifa ætti að gæta. Fjöldi fjörudýra er einnig minni norðan við útrennsliopið en á viðmiðunarsniðunum.

Í heild er lífríki fjörunnar við Kistu á Reykjanesi fjölbreytt. Fjaran er brimasöm og lítið af stærri þangtegundum í fjörunni eins og við er að búast. Klapparþang fannst efst í fjörunni á öllum sniðum en hafði ekki umtalsverða þekju nema á tveimur sniðum. Lágvaxnir þörungar eru ríkjandi og af þeim er sjóarkræða langmest áberandi þar sem hún myndar dumb-rauðan svörð yfir klettana, um og neðan við miðja fjöru. Alls fundust 72 tegundir/hópar þörungna og 55 tegundir/hópar dýra. Sumar tegundir gætu notið þess að sjór er lítið eitt hlýrri við heitavatsútstreymið en fjær, svo framarlega sem hitinn verður ekki of hár. Tvær sjaldgæfar þörungategundir sem lifa hér við norðumörk útbreiðslu sinnar, reyndust til dæmis algengar í fjörunni við Kistu. Allar þær tegundir



6. mynd. Fjaran við útrásaropið. Örin sýnir hvar heitt vatn frá útrennsliopinu rennur í sjó fram.

Figure 6. The arrow shows where the hot water from the outflow joins the sea.

sem fundust við Kistu hafa þó fundist áður hér við land.

Mikill breytileiki er á lífríki fjörunnar við Kistu sem virðist tengjast afstöðu eða fjarlægð til útrennsliopsins nema að litlu leyti. Fjörubeðurinn við Kistu er mjög óreglulega lagaður og veitir víða staðbundið skjól þar sem tegundir sem annars einkenna skjólsælar fjörur, eins og klóþang, geta vaxið þrátt fyrir mikla brimasemi.

Þegar á heildina er lítið eru áhrif affallsvatnsins frá Reykjanesvirkjun mikil þar sem það kemur út í fjöruna. Þau áhrif dvína hins vegar fljótt. Í 60 m fjarlægð frá útstreymisopinu eru þau orðin lítil og í 120 m fjarlægð eru þau ekki merkjanleg.

ÞAKKIR

Við þökkum Stefáni Áka Ragnarssyni fyrir að lesa yfir handrit að greininni og koma með gagnlegar ábendingar.

HEIMILDIR

- Agnar Ingólfsson 1985. Fjörur á Suðvesturlandi. Árbók Ferðafélags Íslands 1985, 201-222
- Agnar Ingólfsson 2006. The intertidal seashore of Iceland and its animal communities. The Zoology of Iceland. Vol. I, Part 7: 1-85.
- Espinosa, F. & J.M. Guerra-Garcia 2005. Algae, macrofaunal assemblages and temperature: a quantitative approach to intertidal ecosystems of Iceland. Helgol. Mar. Res. 59: 273-285.
- Sigurður G. Kristinsson, Gunnlaugur M. Einarsson 2008. Útfall affallsvatns við Reykjanesvirkjun. Greinargerð ÍSOR-08121

VIÐAUKI

Tegundalisti fyrir snið I-V. Þörungum er raðað eftir stafrófsröð en dýrum er raðað eftir flokkunarfræðilegu kerfi. Fylkingar dýra eru undirstrikuð.

Appendix

Species list for transects I-V. Algal species are ranked in alphabetical order, animals are ranked according to systematics. Phylums are underlined>.

	Íslensk heiti	Snið				
		I	II	III	IV	V
ÞÖRUNGAR; ALGAE						
<i>Acrochaetium secundatum</i>		x	x	x		
<i>Acrosiphonia arcta</i>	Brimskúfur	x	x	x	x	x
<i>Aglaothamnion hookeri</i>			x	x		
<i>Aglaothamnion scopulorum</i>		x				
<i>Aglaothamnion sepositum</i>	Snót	x	x	x	x	x
<i>Alaria esculenta</i>	Marínkjarni	x	x		x	x
<i>Antithamnionella floccosa</i>			x			x
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Klóþang	x	x	x	x	x
<i>Audouinella pectinata</i>			x			
<i>Bangia atropurpurea</i>						x
<i>Blidingia minima</i>			x	x		x
<i>Callophyllis cristata</i>	Kambgrös					x
<i>Ceramium nodulosum</i>	Brimkló	x	x	x	x	x
<i>Ceramium pallidum</i>				x	x	x
<i>Ceramium secundatum</i>					x	x
<i>Ceramium shuttleworthianum</i>			x	x		x
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	Fjörustrá			x	x	x
<i>Choreocolax polysiphoniae</i>				x		
<i>Cladophora rupestris</i>	Steinskúfur	x		x		x
<i>Cladophora sericea</i>	Grænskúfur	x		x		
<i>Corallina officinalis</i>	Kóralþang	x	x	x	x	x
Corallinacea á klöpp	Kalkskán	x	x	x	x	x
Corallinacea á <i>Corallina officinalis</i>	Kalkskán	x				
Corallinacea á <i>Mastocarpus stellatus</i>	Kalkskán					x
<i>Cystoclonium purpureum</i>	Rauðskúfur		x	x	x	x
<i>Devaleraea ramentacea</i>	Kólgugrös	x				
<i>Dumontia contorta</i>		x	x	x	x	x
<i>Ectocarpus confervoides</i>	Brúnslý	x		x	x	
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>					x	
<i>Elachista fucicola</i>	Þangló	x	x	x	x	x
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Slafak	x		x	x	x
<i>Enteromorpha linza</i>				x	x	x
<i>Enteromorpha prolifera</i>		x		x	x	
<i>Fucus distichus</i>	Skúfþang	x	x	x	x	x
<i>Fucus spiralis</i>	Klapparþang	x	x	x	x	x
<i>Fucus vesiculosus</i>	Bóluþang		x			x
<i>Hildenbrandia cruanii</i>				x		
<i>Hildenbrandia rubra</i>		x	x	x	x	x
<i>Hincksia hincksiae</i>						x
<i>Isthmoplea sphaerospora</i>				x		x
<i>Laminaria digitata</i>	Hrossaþari	x	x		x	x
<i>Laminariocolax tomentosoides</i>		x	x			
<i>Lomentaria clavellosa</i>	Djúpbúi				x	x
<i>Mastocarpus stellatus</i>	Sjóarkræða	x	x	x	x	x

<i>Membranoptera alata</i>	Sæbrúður		x	x	x	x
<i>Monostroma grevillei</i>	Grænhimna	x	x	x		
<i>Monostroma undulatum</i>				x		
<i>Palmaria palmata</i>	Söl	x	x		x	x
<i>Peysonellia dubyi</i>		x		x		
<i>Phloeospora curta</i>						x
<i>Phycodrys rubens</i>	Skarðafjöður/Sæik				x	
<i>Plocanium lynbyanum</i>	Ránarkambur				x	x
<i>Plumaria plumosa</i>	Rauðfjöður	x	x	x		x
<i>Polysiphonia brodiae</i>				x	x	x
<i>Polysiphonia lanosa</i>	Þangskegg	x		x	x	x
<i>Polysiphonia stricta</i>	Þunnaskegg	x	x	x	x	x
<i>Porphyra leucosticta</i>	Purpurahimna	x	x	x	x	x
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Purpurahimna	x	x	x	x	x
<i>Porphyropsis coccinea</i>					x	
<i>Pylaiella littoralis</i>	Steinslý	x	x		x	x
<i>Rhodochorton purpureum</i>	Rauðló	x		x		x
<i>Rhodomela confervoides</i>	Öðuskeljapang		x	x		
<i>Rhodomela lycopodioides</i>	Surtarjafni			x	x	x
<i>Rosenvingiella polyrhiza</i>		x				
<i>Schizymenia dubyi</i>	Klóblaðka		x	x		x
<i>Sphacelaria radicans</i>				x		
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	Dvergskýfur	x				x
<i>Spongonema tomentosum</i>	Snúðslý			x	x	x
<i>Ulothrix flacca</i>	Grænslý	x	x	x	x	x
<i>Ulva lactuca</i>	Maríusvunta	x	x	x	x	x
<i>Ulvaria obscura</i>	Glíthimna				x	x
<i>Urospora penicilliformis</i>	Glíthæra			x		
<i>Verrucaria mucosa</i>	Grænsverta	x	x	x	x	x

DÝR; FAUNA

Porifera

Svampar

Rauður svampur

x

Halicondria panicea

Brauðsvampur

x x x

Cnidaria

Holdýr

Actiniarida

Sæfíflar

x x x x x

Hydrozoa

Hveldýraætt

x x x

Capanularidae

x

Sertulariae

x

cf. *Coryne pusilla*

x x

cf. *Diphasia attenuata*

x

cf. *Laomedea flexuosa*

x x

cf. *Tamarisca tamarisca*

x

Bryozoa

Mosadýr

x x x

Tubellaria

Flatormar

x x

Nematoda

Þráðormar

x x

Nemetinea

Ranaormar

x x x x x

Annelida

Liðormar

Oligochaeta

Ánar

x x x x x

Burstaormur ógreindur

x

Cirratulus cirratus

Flækjubendill

x x

Eteone longa

Leirlaufi

x

Harmathoe imbricata

Hreisturbakur

x

Nereis sp.

Skeri

x

<u>Crustacea</u>	Krabbadýr					
Amphipoda ógreind	Marflær	x			x	x
<i>Amphithoe rubricata</i>				x	x	x
<i>Apohyale prevostii</i>		x	x	x	x	x
<i>Gammarus</i> sp.		x		x	x	x
<i>Parajassa pelagica</i>		x	x	x	x	x
Isopoda ógreint	Þanglýs	x			x	
<i>Idotea baltica</i>		x		x		
<i>Idotea granulosa</i>	Þanglús	x	x	x	x	x
<i>Idotea pelagica</i>	Brimlús	x	x	x	x	x
<i>Janira maculosa</i>					x	
<i>Ligia oceanica</i>	Sölvahrútur			x		
<i>Carcinus maenas</i>	Bogkrabbi		x	x		x
<i>Semibalanus balanoides</i>	Hrúðurkarl	x	x	x	x	x
Acarina	Rauður fjörumaur					x
<i>Pycnogonum littorale</i>	Sækónguló			x		
<u>Mollusca</u>	Lindýr					
<i>Erginus rubellus</i>	Brúðarhetta			x	x	x
<i>Anasates pellucida</i>	Þarahetta			x	x	x
<i>Anomia squamula</i>	Gluggaskel			x	x	x
<i>Hiatella arctica</i>	Rataskel		x	x	x	x
<i>Lacuna vincta</i>	Þarastrútur				x	x
<i>Lacuna vincta</i> egg					x	x
<i>Littorina</i> egg			x	x	x	x
<i>Littorina obtusata</i>	Þangdoppa	x	x	x	x	x
<i>Littorina ógreind</i>						x
<i>Littorina saxatilis</i>	Klettadoppa	x	x	x	x	x
<i>Margarites helicinus</i>	Gljásilfri				x	x
<i>Modiola modiolus</i>	Aða			x	x	x
Mytilidae ungvíði		x		x		x
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur	x	x	x	x	x
<i>Nucella</i> egg				x		x
<i>Nucella lapillus</i>	Nákuðungur	x	x	x	x	x
<i>Tectura virginea</i>	Meyjarhetta				x	x
<i>Testudinalia testudinalis</i>	Olnbogaskel			x		
<i>Tonicella rubra</i>	Flekkunökkvi					x
Nudibranchia	Bertálkнар					x
<u>Echinodermata</u>	Skrápdýr					
Ophiuridae ógreint	Slöngustjörnuætt					x
<i>Ophiopholis aculeata</i>					x	x
Asterioidea ógreint	Krossfiskaætt				x	x
<i>Asteria rubens</i> ungvíði	Stórkrossi					x
<i>Henricia</i> sp.					x	x
Egg ógreind			x	x	x	x

Hafrannsóknir – var Fjölrít

Marine Research

Pessi listi ásamt öllum texta fjölrítanna er aðgengilegur á netinu:
This list with full text of all the reports is available on the Internet:

<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/fjolar.htm>

1. **Kjartan Thors, Þórdís Ólafsdóttir:** Skýrsla um leit að byggingarefnum í sjó við Austfirði sumarið 1975. Reykjavík 1975. 62 s. (Ófáanlegt - Out of print).
2. **Kjartan Thors:** Skýrsla um rannsóknir hafsbotsins í sunnanverðum Faxaflóa sumarið 1975. Reykjavík 1977. 24 s.
3. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Áhrif skolpmengunar á fjöruþörungum í nágrenni Reykjavíkur. Reykjavík 1977. 19 s. (Ófáanlegt - Out of print).
4. **Einar Jónsson:** Meingunarrannsóknir í Skerjafirði. Áhrif frárennslis á botndýralíf. Reykjavík 1976. 26 s. (Ófáanlegt - Out of print).
5. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Stórpari á Breiðafirði. Reykjavík 1979. 53 s.
6. **Karl Gunnarsson:** Rannsóknir á hrossaþara (*Laminaria digitata*) á Breiðafirði. 1. Hrossaþari við Fagurey. Reykjavík 1980. 17 s. (Ófáanlegt - Out of print).
7. **Einar Jónsson:** Líffræðiathuganir á beitusmökk haustið 1979. Áfangaskýrsla. Reykjavík 1980. 22 s. (Ófáanlegt - Out of print).
8. **Kjartan Thors:** Botngerð á nokkrum hrygningarstöðvum síldarinnar. Reykjavík 1981. 25 s. (Ófáanlegt - Out of print).
9. **Stefán S. Kristmannsson:** Hitastig, selta og vatns- og seltubúskapur í Hvalfirði 1947-1978. Reykjavík 1983. 27 s.
10. **Jón Ólafsson:** Þungmálmur í kræklingi við Suðvesturland. Reykjavík 1983. 50 s.
11. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1987. Aflahorfur 1988. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1987. Fishing Prospects 1988.* Reykjavík 1987. 68 s. (Ófáanlegt - Out of print).
12. Haf- og fiskirannsóknir 1988-1992. Reykjavík 1988. 17 s. (Ófáanlegt - Out of print).
13. **Ólafur K. Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum. Reykjavík 1988. 76 s. (Ófáanlegt - Out of print).
14. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1988. Aflahorfur 1989. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1988. Fishing Prospects 1989.* Reykjavík 1988. 126 s.
15. Ástand humar- og rækjustofna 1988. Aflahorfur 1989. Reykjavík 1988. 16 s.
16. **Kjartan Thors, Jóhann Helgason:** Jarðlög við Vestmannaeyjar. Áfangaskýrsla um jarðlagagreiningu og könnun neðansjávareldvarpa með endurvarpsmælingum. Reykjavík 1988. 41 s.
17. **Stefán S. Kristmannsson:** Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1987-1988. Reykjavík 1989. 102 s.
18. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem:** *Western Iceland Sea. Greenland Sea Project. CTD Data Report. Joint Danish-Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1987.* Reykjavík 1989. 181 s.
19. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1989. Aflahorfur 1990. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1989. Fishing Prospects 1990.* Reykjavík 1989. 128 s. (Ófáanlegt - Out of print).
20. **Sigfús A. Schopka, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1989. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1989. 54 s.
21. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1990. Aflahorfur 1991. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1990. Fishing Prospects 1991.* Reykjavík 1990. 145 s.
22. **Gunnar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1990. Reykjavík 1990. 53 s. (Ófáanlegt - Out of print).
23. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1988.* Reykjavík 1991. 84 s. (Ófáanlegt - Out of print).
24. **Stefán S. Kristmannsson:** Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1989-1990. Reykjavík 1991. 105 s. (Ófáanlegt - Out of print).
25. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1991. Aflahorfur fiskveiðarárið 1991/92. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1991. Prospects for the Quota Year 1991/92.* Reykjavík 1991. 153 s. (Ófáanlegt - Out of print).
26. **Páll Reynisson, Hjálmar Vilhjálmsson:** Mælingar á stærð loðnustofnsins 1978-1991. Aðferðir og niðurstöður. Reykjavík 1991. 108 s.
27. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1989.* Reykjavík 1991. Reykjavík 1991. 93 s.
28. **Gunnar Stefánsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1991. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1991. 60 s.
29. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1992. Aflahorfur fiskveiðarárið 1992/93. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1992. Prospects for the Quota Year 1992/93.* Reykjavík 1992. 147 s. (Ófáanlegt - Out of print).

30. **Van Aken, Hendrik, Jóhannes Briem, Erik Buch, Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Sven Ober:** *Western Iceland Sea. GSP Moored Current Meter Data Greenland - Jan Mayen and Denmark Strait September 1988 - September 1989.* Reykjavík 1992. 177 s.
31. **Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1992. Reykjavík 1993. 71 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
32. **Guðrún Marteinsdóttir, Gunnar Jónsson, Ólafur V. Einarsson:** Útbreiðsla grálúðu við Vestur- og Norðvesturland 1992. Reykjavík 1993. 42 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
33. **Ingvar Hallgrímsson:** Rækjuleit á djúpslóð við Ísland. Reykjavík 1993. 63 s.
34. Nyttjastofnar sjávar 1992/93. Aflahorfur fiskveiðiárið 1993/94. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1992/93. Prospects for the Quota Year 1993/94.* Reykjavík 1993. 140 s.
35. **Ólafur K. Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1993. Reykjavík 1994. 89 s.
36. **Jónbjörn Pálsson, Guðrún Marteinsdóttir, Gunnar Jónsson:** Könnun á útbreiðslu grálúðu fyrir Austfjörðum 1993. Reykjavík 1994. 37 s.
37. Nyttjastofnar sjávar 1993/94. Aflahorfur fiskveiðiárið 1994/95. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1993/94. Prospects for the Quota Year 1994/95.* Reykjavík 1994. 150 s.
38. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1990.* Reykjavík 1994. 99 s.
39. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1991.* Reykjavík 1994. 94 s.
40. Þættir úr vistfræði sjávar 1994. Reykjavík 1994. 50 s.
41. **John Mortensen, Jóhannes Briem, Erik Buch, Svend-Aage Malmberg:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - Moored Current Meter Data Greenland - Jan Mayen, Denmark Strait and Kolbeinsey Ridge September 1990 to September 1991.* Reykjavík 1995. 73 s.
42. **Einar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1994. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1995. 107 s.
43. Nyttjastofnar sjávar 1994/95. Aflahorfur fiskveiðiárið 1995/96. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1994/95. Prospects for the Quota Year 1995/96.* Reykjavík 1995. 163 s.
44. Þættir úr vistfræði sjávar 1995. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1995.* Reykjavík 1995. 34 s.
45. **Sigfús A. Schopka, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1995. Rannsóknaskýrsla. *Icelandic Groundfish Survey 1995. Survey Report.* Reykjavík 1996. 46 s.
46. Nyttjastofnar sjávar 1995/96. Aflahorfur fiskveiðiárið 1996/97. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1995/96. Prospects for the Quota Year 1996/97.* Reykjavík 1996. 175 s.
47. **Björn Æ. Steinarsson, Gunnar Jónsson, Hörður Andrésón, Jónbjörn Pálsson:** Könnun á flatfiski í Faxaflóa með dragnót sumarið 1995 - Rannsóknaskýrsla. *Flatfish Survey in Faxaflói with Danish Seine in Summer 1995 - Survey Report.* Reykjavík 1996. 38 s.
48. **Steingrímur Jónsson:** *Ecology of Eyjafjörður Project. Physical Parameters Measured in Eyjafjörður in the Period April 1992 - August 1993.* Reykjavík 1996. 144 s.
49. **Guðni Þorsteinsson:** Tilraunir með þorsgildrur við Ísland. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1996. 28 s.
50. **Jón Ólafsson, Magnús Danielsen, Sólveig Ólafsdóttir, Þórarinn Arnarson:** Næringarefni í sjó undan Ánanaustum í nóvember 1995. Unnið fyrir Gatnamalástjórnann í Reykjavík. Reykjavík 1996. 50 s.
51. **Þórunn Þórðardóttir, Agnes Eydal:** *Phytoplankton at the Ocean Quahog Harvesting Areas Off the Southwest Coast of Iceland 1994.* Svifþörungur á kúfiskmiðum út af norðvesturströnd Íslands 1994. Reykjavík 1996. 28 s.
52. **Gunnar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1996. Rannsóknaskýrsla. *Icelandic Groundfish Survey 1996. Survey Report.* Reykjavík 1997. 46 s.
53. Þættir úr vistfræði sjávar 1996. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1996.* Reykjavík 1997. 29 s.
54. **Vilhjálmur Þorsteinsson, Ásta Guðmundsdóttir, Guðrún Marteinsdóttir, Guðni Þorsteinsson og Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorskanetum 1996. *Gill-net Survey to Establish Indices of Abundance for the Spawning Stock of Icelandic Cod in 1996.* Reykjavík 1997. 22 s.
55. Hafrannsóknastofnunin: Rannsókn- og starfsáætlun árin 1997-2001. Reykjavík 1997. 59 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
56. Nyttjastofnar sjávar 1996/97. Aflahorfur fiskveiðiárið 1997/98. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1996/97. Prospects for the Quota Year 1997/98.* Reykjavík 1997. 167 s.
57. Fjölstofnarannsóknir 1992-1995. Reykjavík 1997. 410 s.
58. **Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson (editors):** *BORMICON. A Boreal Migration and Consumption Model.* Reykjavík 1997. 223 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
59. **Halldór Narfi Stefánsson, Hersir Sigurgeirsson, Höskuldur Björnsson:** *BORMICON. User's Manual.* Reykjavík 1997. 61 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
60. **Halldór Narfi Stefánsson, Hersir Sigurgeirsson, Höskuldur Björnsson:** *BORMICON. Programmer's Manual.* Reykjavík 1997. 215 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
61. **Þorsteinn Sigurðsson, Einar Hjörleifsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur Karvel Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum haustið 1996. Reykjavík 1997. 34 s.
62. **Guðrún Helgadóttir:** *Paleoclimate (0 to >14 ka) of W and NW Iceland: An Iceland/USA Contribution to P.A.L.E. Cruise Report B9-97, R/V Bjarni Sæmundsson RE 30, 17th-30th July 1997.* Reykjavík 1997. 29 s.
63. **Halldóra Skarphéðinsdóttir, Karl Gunnarsson:** Lífríki sjávar í Breiðafirði: Yfirlit rannsókna. *A review of literature on marine biology in Breiðafjörður.* Reykjavík 1997. 57 s.
64. **Valdimar Ingi Gunnarsson og Anette Jarl Jörgensen:** Þorskrannsóknir við Ísland með tilliti til hafbeitar. Reykjavík 1998. 55 s.
65. **Jakob Magnússon, Vilhelmina Vilhelmsdóttir, Klara B. Jakobsdóttir:** Djúpslóð á Reykjaneshrygg: Könnunar-

- leiðangrar 1993 og 1997. *Deep Water Area of the Reykjanes Ridge: Research Surveys in 1993 and 1997*. Reykjavík 1998. 50 s.
66. **Vilhjálmur Þorsteinsson, Ásta Guðmundsdóttir, Guðrún Marteinsdóttir:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorskanetum 1997. *Gill-net Survey of Spawning Cod in Icelandic Waters in 1997. Survey Report*. Reykjavík 1998. 19 s.
 67. Nyttjastofnar sjávar 1997/98. Aflahorfur fiskveiðiárið 1998/99. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1997/98. Prospects for the Quota year 1998/99*. Reykjavík 1998. 168 s.
 68. **Einar Jónsson, Hafsteinn Guðfinnsson:** Ýsurannsóknir á grunnslóð fyrir Suðurlandi 1989-1995. Reykjavík 1998. 75 s.
 69. **Jónbjörn Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Hjörleifsson, Gunnar Jónsson, Hörður Andrésson, Kristján Kristinsson:** Könnun á flatfiski í Faxaflóa með dragnót sumrin 1996 og 1997 - Rannsóknaskýrsla. *Flatfish Survey in Faxaflói with Danish Seine in Summers 1996 and 1997 - Survey Report*. Reykjavík 1998. 38 s.
 70. **Kristinn Guðmundsson, Agnes Eydal:** Svifþörungur sem geta valdið skelfiskeitrun. Niðurstöður tegundagreininga og umhverfisathugana. *Phytoplankton, a Potential Risk for Shellfish Poisoning. Species Identification and Environmental Conditions*. Reykjavík 1998. 33 s.
 71. **Ásta Guðmundsdóttir, Vilhjálmur Þorsteinsson, Guðrún Marteinsdóttir:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorskanetum 1998. *Gill-net survey of spawning cod in Icelandic waters in 1998*. Reykjavík 1998. 19 s.
 72. Nyttjastofnar sjávar 1998/1999. Aflahorfur fiskveiðiárið 1999/2000. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1998/1999. Prospects for the Quota year 1999/2000*. Reykjavík 1999. 172 s. (Ófánlegt - Out of print.)
 73. Þættir úr vistfræði sjávar 1997 og 1998. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1997 and 1998*. Reykjavík 1999. 48 s.
 74. **Matthías Oddgeirsson, Agnar Steinarsson og Björn Björnsson:** Mat á arðsemi sandhverfueidis á Íslandi. Grindavík 2000. 21 s.
 75. Nyttjastofnar sjávar 1999/2000. Aflahorfur fiskveiðiárið 2000/2001. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1999/2000. Prospects for the Quota year 2000/2001*. Reykjavík 2000. 176 s.
 76. **Jakob Magnússon, Jútta V. Magnússon, Klara B. Jakobsdóttir:** Djúpfiskarannsóknir. Framlag Íslands til rannsóknaverkefnisins EC FAIR PROJECT CT 95-0655 1996-1999. *Deep-Sea Fishes. Icelandic Contributions to the Deep Water Research Project. EC FAIR PROJECT CT 95-0655 1996-1999*. Reykjavík 2000. 164 s. (Ófánlegt - Out of print.)
 77. Þættir úr vistfræði sjávar 1999. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1999*. Reykjavík 2000. 31 s.
 78. dst^2 Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2000. Reykjavík 2001. 341 s. (Ófánlegt. - Out of print.)
 79. *Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries*. Co-ordinator: Vilhjálmur Þorsteinsson. Reykjavík 2001. 179 s.
 80. Nyttjastofnar sjávar 2000/2001. Aflahorfur fiskveiðiárið 2001/2002. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2000/2001. Prospects for the Quota year 2001/2002*. Reykjavík 2001. 186 s.
 81. **Jón Ólafsson, Sólveig R. Ólafsdóttir:** Ástand sjávar á losunarsvæði skolps undan Ánanaustum í febrúar 2000. Reykjavík 2001. 49 s.
 82. **Hafsteinn G. Guðfinnsson, Karl Gunnarsson:** Sjór og sjávarnytjar í Héraðsflóa. Reykjavík 2001. 20 s.
 83. Þættir úr vistfræði sjávar 2000. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2000*. Reykjavík 2001. 37 s.
 84. **Guðrún G. Þórarinsdóttir, Hafsteinn G. Guðfinnsson, Karl Gunnarsson:** Sjávarnytjar í Hvalfirði. Reykjavík 2001. 14 s.
 85. Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október 2000. *Current measurements, environmental factors and biology of Reyðarfjörður in the period late July to the beginning of October 2000*. Hafsteinn Guðfinnsson (verkefnisstjóri). Reykjavík 2001. 135 s.
 86. **Jón Ólafsson, Magnús Danielsen, Sólveig R. Ólafsdóttir, Jóhannes Briem:** Ferskvatnsáhrif í sjó við Norðausturland að vorlagi. Reykjavík 2002. 42 s.
 87. dst^2 Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2001 Reykjavík 2002. 300 s.
 88. Nyttjastofnar sjávar 2001/2002. Aflahorfur fiskveiðiárið 2002/2003. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2001/2002. Prospects for the Quota year 2002/2003*. Reykjavík 2002. 198 s.
 89. **Kristinn Guðmundsson, Ástþór Gíslason, Jón Ólafsson, Konráð Þórisson, Rannveig Björnsdóttir, Sigmar A. Steingrímsson, Sólveig R. Ólafsdóttir, Óivind Kaasa:** Ecology of Eyjafjörður project. Chemical and biological parameters measured in Eyjafjörður in the period April 1992-August 1993. Reykjavík 2002. 129 s.
 90. **Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Ari Arason, Gísli R. Gíslason, Guðmundur Jóhannesson, Sigurjón Aðalsteinsson:** Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu árið 2001. Reykjavík 2002. 17 s.
 91. **Jenný Brynjarsdóttir:** Statistical Analysis of Cod Catch Data from Icelandic Groundfish Surveys. M.Sc. Thesis. Reykjavík 2002. xvi, 81 s.
 92. Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. Ritstjóri: Karl Gunnarsson. Reykjavík 2003. 81 s.
 93. **Guðrún Marteinsdóttir** (o.fl.): METACOD: The role of sub-stock structure in the maintenance of cod metapopulations. METACOD: Stofngerð þorsks, hlutverk undirstofna í viðkomu þorskstofna við Ísland og Skotland. Reykjavík 2003. vii, 110 s.
 94. **Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Ari Arason, Gísli R. Gíslason, Guðmundur Jóhannesson og Sigurjón Aðalsteinsson:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2002. Reykjavík 2003. 29 s.
 95. **Kristján Kristinsson:** Lúðan (*Hippoglossus hippoglossus*) við Ísland og hugmyndir um aðgerðir til verndunar hennar. Reykjavík 2003. 33 s.
 96. Þættir úr vistfræði sjávar 2001 og 2002. *Environmental conditions in Icelandic water 2001 and 2002*. Reykjavík 2003. 37 s.
 97. Nyttjastofnar sjávar 2002/2003. Aflahorfur fiskveiðiárið 2003/2004. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2002/2003. Prospects for the Quota year 2003/2004*. Reykjavík 2003. 186 s.

98. *ds² Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2002.* Reykjavík 2003. 346 s.
99. **Agnes Eydal:** Áhrif næringarefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörungna í Hvalfirði. Reykjavík 2003. 44 s.
100. **Valdimar Ingi Gunnarsson** (o.fl.): Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2002. Reykjavík 2004. 26 s.
101. Þættir úr vistfræði sjávar 2003. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2003.* Reykjavík 2004. 43 s.
102. Nytjastofnar sjávar 2003/2004. Aflahorfur fiskveiðiárið 2004/2005. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2003/2004. Prospects for the Quota Year 2004/2005.* Reykjavík 2004. 175 s.
103. **Ólafur K. Pálsson** o.fl.: Mælingar á brottkasti 2003 og Meðafli í kolmunnaveiðum 2003. Reykjavík 2004. 37 s.
104. **Ásta Guðmundsdóttir, Þorsteinn Sigurðsson:** Veiðar og útbreiðsla íslensku sumargotssíldarinnar að haust- og vetrarlagi 1978-2003. Reykjavík 2004. 42 s.
105. **Einar Jónsson, Hafsteinn Guðfinnsson:** Ýsa á grunnslóð fyrir Suðurlandi 1994-1998. Reykjavík 2004. 44 s.
106. **Kristinn Guðmundsson, Þórunn Þórðardóttir, Gunnar Pétursson:** *Computation of daily primary production in Icelandic waters; a comparison of two different approaches.* Reykjavík 2004. 23 s.
107. **Kristinn Guðmundsson, Kristín J. Valsdóttir:** Frumframleiðnimælingar á Hafrannsóknastofnuninni árin 1958-1999: Umfang, aðferðir og úrvinnsla. Reykjavík 2004. 56 s.
108. **John Mortensen:** *Satellite altimetry and circulation in the Denmark Strait and adjacent seas.* Reykjavík 2004. 84 s.
109. **Svend-Aage Malmberg:** *The Iceland Basin. Topography and oceanographic features.* Reykjavík 2004. 41 s.
110. **Sigmar Arnar Steingrímsson, Sólmundur Tr. Einarsson:** Kóralsvæði á Íslandsmiðum: Mat á ástandi og tillaga um aðgerðir til verndar þeim. Reykjavík 2004. 39 s.
111. **Björn Björnsson, Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.):** Þorskeldi á Íslandi. Reykjavík 2004. 182 s.
112. **Jónbjörn Pálsson, Kristján Kristinsson:** Flatfiskar í humarleidangri 1995-2003. Reykjavík 2005. 90 s.
113. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2003. Reykjavík 2005. 58 s.
114. **Kristján Kristinsson, Björn Ævarr Steinarsson og Sigfús Schopka:** Skyndilokanir á þorskveiðar í botnvörpu á Vestfjarðamiðum. Reykjavík 2005. 29 s.
115. **Erlingur Hauksson** (ritstj.). Sníkjuormar og fæða fisks, skarfs og sels. Reykjavík 2005. 45 s.
116. Þættir úr vistfræði sjávar 2004. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2004.* Reykjavík 2005. 46 s.
117. **Ólafur K. Pálsson** o.fl.: Mælingar á brottkasti 2004 og Meðafli í kolmunnaveiðum 2004. Reykjavík 2005. 37 s.
118. *ds² Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Final report: 1 January 2000 to 31 August 2004. Volume 1.* Reykjavík 2005. 324 s.
119. *ds² Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Final report: 1 January 2000 to 31 August 2004. Volume 2.* Reykjavík 2005. 194 s.
120. **James Begley:** *Gadget User Guide.* Reykjavík 2005. 90 s.
121. Nytjastofnar sjávar 2004/2005. Aflahorfur fiskveiðiárið 2005/2006. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2004/2005. Prospects for the Quota Year 2005/2006.* Reykjavík 2005. 182 s.
122. **Sólveig Ólafsdóttir:** Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland. Nutrient concentrations in Icelandic waters. Reykjavík 2006. 24 s.
123. **Sigfús A. Schopka, Jón Sólmundsson, Vilhjálmur Þorsteinsson:** Áhrif svæðafriðunar á vöxt og viðgang þorsks. Niðurstöður úr þorskmerkingum út af norðanverðum Vestfjörðum og Húnaflóa sumurin 1994 og 1995. **Guðmundur J. Óskarsson:** Samanburður á íslensku sumargotssíldinni sem veiddist fyrir austan og vestan land árin 1997-2003. Reykjavík 2006. 42. s.
124. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2004. Reykjavík 2006. 72 s.
125. Þættir úr vistfræði sjávar 2005. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2005.* Reykjavík 2006. 34 s.
126. Nytjastofnar sjávar 2005/2006. Aflahorfur fiskveiðiárið 2006/2007. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2005/2006. Prospects for the Quota Year 2006/2007.* Reykjavík 2006. 190 s.
127. **Ólafur K. Pálsson** o.fl. Mælingar á brottkasti botnfiska og meðafli í kolmunnaveiðum 2005. Reykjavík 2006. 27 s.
128. **Agnes Eydal o.fl.:** Vöktun eiturbörunga í tengslum við nýtingu skelfisks árið 2005. Reykjavík 2007. 19 s.
129. Nytjastofnar sjávar 2006/2007. Aflahorfur fiskveiðiárið 2007/2008. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2006/2007. Prospects for the Quota Year 2007/2008.* Reykjavík 2007. 180 s.
130. Þættir úr vistfræði sjávar 2006. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2006.* Reykjavík 2007. 39 s.
131. **Höskuldur Björnsson ofl:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum (SMB) 1985-2006 og stofnmæling botnfiska að haustlagi (SMH) 1996-2006. Reykjavík 2007. 220 s. (*With English summary*)
132. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2005. Reykjavík 2007. 42 s.
133. **Sigfús A. Schopka:** Friðun svæða og skyndilokanir á Íslandsmiðum – Sögulegt yfirlit. Reykjavík 2007. 86 s.

134. **Ólafur K. Pálsson o.fl.:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2006. Reykjavík 2007. 17 s.
135. **Gunnar Karlsson:** Afli og sjósókn Íslendinga frá 17 öld til 20. aldar. Reykjavík 2007. 64 s.
136. **Valdimar Ingi Gunnarsson:** Reynsla af sjókvíældi á Íslandi. Reykjavík 2008. 46 s.
137. **Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2006. Reykjavík 2008. 40 s.
138. Nyttastofnar sjávar 2007/2008. Aflahorfur fiskveiðiárið 2008/2009. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2007/2008. Prospects for the Quota Year 2008/2009.* Reykjavík 2008. 180 s.
139. Þættir úr vistfræði sjávar 2007. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2007.* Reykjavík 2008. 40 s.
140. **Hrafnkell Eiríksson:** Dragnót og dragnótaveiðar við Ísland. Reykjavík 2008. 19 s.
141. **Steinunn Hilma Ólafsdóttir og Sigmar Arnar Steingrímsson:** Botndýralíf í Héraðsflóa: grunnástand fyrir virkjun Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fljótsdal (Kárahnjúkavirkjun). Reykjavík 2008. 34 s.
142. **Ólafur K. Pálsson o.fl.:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2007 og Göngur þorsks á Íslandsmiðum kannaðar með GPS staðsetningu, bergmálstækni og rafeindamerkjum. Reykjavík 2008. 30 s.
143. Sjór og sjávarlífverur, Ráðstefna Hafrannsóknastofnunarinnar á Hótel Lofleiðum, Reykjavík 20. og 21. febrúar 2009 Ocean and marine biota, Marine Research Institute Conference at Lofleiðir Hótel, Reykjavík, February 20 and 21, 2009. Reykjavík 2009. 79 s.
144. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2007. Reykjavík 2009. 35 s.
145. Þættir úr vistfræði sjávar 2008. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2008.* Reykjavík 2009. 74 s.
146. Nyttastofnar sjávar 2008/2009. Aflahorfur fiskveiðiárið 2009/2010. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2008/2009. Prospects for the Quota Year 2009/2010.* Reykjavík 2009. 174 s.
147. **Ólafur K. Pálsson o.fl. og Sigmar Arnar Steingrímsson:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2008 og Botndýralíf í Seyðisfirði: Rannsókn gerð í tengslum við undirbúning á laxeldi í sjó. Reykjavík 2009. 34 s.
148. **Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson og Einar Hreinsson:** Föngun á þorski. *Capture of cod.* Reykjavík 2009. 122 s.
149. **Svend-Aage Malmberg og Jóhannes Briem:** Hita, seltu og strammælingar í Botnsvogi, Hvalfirði 1973. Reykjavík 2010. 47 s.
150. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2008. *Cod quota for on-growing: results for the year 2008.* Reykjavík 2010. 35 s.
151. **Guðrún G. Þórarinsdóttir o.fl.:** Áhrif dragnótaveiða á lífríki botns í innanverðum Skagafirði. Reykjavík 2010. 19 s.
152. Þættir úr vistfræði sjávar 2009. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2009.* Reykjavík 2010. 53 s.
153. Nyttastofnar sjávar 2009/2010. Aflahorfur fiskveiðiárið 2010/2011. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2009/2010. Prospects for the Quota Year 2010/2011.* Reykjavík 2010. 178 s.
154. **Ólafur K. Pálsson o.fl.:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2009. Reykjavík 2010. 16 s.
155. **Ingbjörg G. Jónsdóttir o.fl.:** Stofmæling hrygningarþorsks með þorsknetum 1996-2009. *Gill-net survey of spawning cod in Icelandic waters 1996-2009.* Reykjavík 2010. 53 s.
156. *Manuals for the Icelandic bottom trawl surveys in spring and autumn* (Enskar útgáfur handbóka stofnmælinga með botnvörpu að vori og hausti) Reykjavík 2010. 125 pp.
157. **Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson o.fl.:** Þorskeldiskvótaverkefnið 2010. Reykjavík 2011. 87 s.
158. Þættir úr vistfræði sjávar 2010. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2010.* Reykjavík 2011. 80 s.
159. Nyttastofnar sjávar 2010/2011. Aflahorfur fiskveiðiárið 2011/2012. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2010/2011. Prospects for the Quota Year 2011/2012.* Reykjavík 2010. 180 s.
160. **Ólafur K. Pálsson o.fl.:** Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu 2001-2010, Göngur þorsks til og frá friðunarsvæðum norðan Íslands og Lífríki fjörunnar við útfall Reykjanesvirkjunar. Reykjavík 2012. 41 s.