

# Hafrannsóknir nr. 157

## **Þorskeldiskvótaverkefnið 2010**

Ritstjórar:  
Björn Björnsson og  
Valdimar Ingi Gunnarsson

Reykjavík 2011

---



### Formáli

Á árinu 2002 var samþykkt á alþingi Íslendinga að sjávarútvegsráðherra hafi til sérstakrar ráðstöfunar árlegar aflaheimildir sem nema 500 lestum af óslægðum þorski til að úthluta til áframeldis á þorski. Heimildin hefur nú verið framlengd tvisvar sinnum eða til og með fiskveiðiárinu 2014/2015. Í lögnum kemur fram að aflaheimildunum skuli ráðstafað til tilrauna með áframeldi á þorski í samráði við Hafrannsóknastofnunina sem fylgist með tilraununum og birtir niðurstöður um gang þeirra. Markmiðið með vinnu Hafrannsóknastofnunar er að:

- Samræma söfnun og úrvinnslu gagna aðila sem fengu úthlutað þorskeldiskvóta.
- Gefa árlega út skýrslu til að tryggja að sú þekking sem hefur aflast varðveitist.
- Stuðla að þekkingarmiðlun á milli þorskeldisfyrirtækja.
- Fá fram tillögur um mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni.

Árlega hefur verið gefið út á vegum stofnunar yfirlit yfir niðurstöður föngunar og áframeldis á þorski byggt á gögnum frá þorskeldisfyrirtækjum. Jafnframt hafa verið gefnar út tvær yfirlitsgreinar um afmörkuð efni, annars vegar varðandi föngun á þorski (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009b) og hins vegar varðandi fóður og fóðrun á áframeldisþorski (Valdimar Ingi Gunnarsson og Björn Björnsson 2011, þetta hefti). Nú hefur verið gerð sú breyting að árlega verði gefin út eitt hefti með tveimur eða fleiri greinum. Þar af verður ein um föngun og áframeldi á þorski sem byggir að mestu á tölulegum upplýsingum frá þorskeldisfyrirtækjum en einnig verður þar að finna greinar um ákveðin viðfangsefni sem byggja á ítarlegri úrvinnslu á gögnum sem safnað hefur verið á vegum þorskeldiskvótaverkefnisins undanfarin ár.

### Foreword

In an Icelandic parliament resolution from 2002 the Minister of Fisheries was authorized to allocate annually for five years 500 tons of wild cod for experimental on-growing of cod by Icelandic cod farmers in cooperation with the Marine Research Institute (MRI). The resolution has been approved two times and last allocation is for the fishing year 2014/2015. The basic aims of the MRI work are to:

- supervise the data collection by cod farmers and analyze it
- publish a yearly report to perpetuate the knowledge
- communicate the knowledge and experience between the cod farmers
- acquire recommendations from farmers about important R&D projects

Each year MRI publishes a report with overview of results of capture and on-growing of cod based on statistics from the cod farmers. MRI has also published two reports on specific topics, one on capture of cod (Valdimar Ingi Gunnarsson et al. 2009b) and the other on food and feeding in on-growing of wild farmed cod (Valdimar Ingi Gunnarsson and Björn Björnsson 2011, this issue). The aim is to publish annually in one issue a short report of capture and on-growing of cod and one or more additional reports on specific topics based on data collected in the project.



---

# Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2009

## Efnisyfirlit

<b>ÁGRIP</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>1. INNGANGUR</b> .....	<b>9</b>
1.1 ÞORSKELDISKVÓTAVERKEFNIÐ .....	9
1.2 SKIL Á GREINARGERÐUM OG ÚTHLUTUN AFLAHEIMILDA .....	9
1.3 ÚTHLUTUN AFLAHEIMILDA .....	10
1.4 ÁHERSLUR OG AFMÖRKUN VERKEFNA.....	10
<b>2.0 FÖNGUN</b> .....	<b>10</b>
2.1 FANGAÐ MAGN OG EFTIRSTÖÐVAR .....	10
2.2 FJÖLDI BÁTA OG AFLI Á BÁT .....	11
2.3 FÖNGUNARTÍMI OG SVÆÐI .....	11
<b>3. ELDI</b> .....	<b>12</b>
3.1 ÞORSKELDISSTÖÐVAR OG TJÓN Á BÚNAÐI .....	12
3.2 FÓÐUR OG FÓÐRUN .....	12
3.3 VÖXTUR OG KYNÞROSKI .....	13
3.4 AFFÖLL, SLYSASLEPPINGAR OG SJÚKDÓMAR.....	14
<b>4. REKSTUR OG MARKAÐSSETNING</b> .....	<b>15</b>
4.1 FRAMLEIÐSLUTÖLUR.....	15
4.2 LÍFFRÆÐILEGAR LYKILTÖLUR.....	17
4.3 REKSTRARKOSTNAÐUR .....	18
4.4 AFURÐAVERÐ OG MARKAÐSSETNING .....	19
<b>5. HEIMILDIR</b> .....	<b>19</b>

---

## ÁGRIP

Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Ingólfur Sigfússon, Ketill Elíasson, Kristján G. Jóakimsson, Ólafur Helgi Haraldsson, Sverrir Haraldsson & Þór Magnússon 2011. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2009. Í: Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.). Þorskeldiskvótaverkefnið 2010. Hafrannsóknastofnunin. *Hafrannsóknir* 157: 5-20.

Þessi skýrsla gefur yfirlit yfir starfsemi fyrirtækja með áframeldi á þorski á árinu 2009, ásamt samantekt af föngun og eldi þorsks árin 2002-2009. Í janúar 2009 sóttu 11 aðilar um úthlutun aflaheimilda til þorskeldis á fiskveiðiárinu 2008/2009, en til ráðstöfunar voru 500 tonn, sem 6 fyrirtæki fengu úthlutað. Í september 2009 sóttu 9 aðilar um úthlutun aflaheimild til þorskeldis fiskveiðiárið 2009/2010, en úthlutað var til 7 þeirra samtals 500 tonnum.

Á árinu 2009 var slátrað um 1.215 tonnum af þorski úr áframeldi sem er aukning frá árinu 2008 en þá var slátrað um 985 tonnum. Birgðir af lifandi áframeldisþorski lækkuðu úr um 685 tonnum í byrjun ársins niður í um 585 tonn í lok ársins. Gerður er greinarmunur á slátruðu magni og framleiðslu. Með framleiðslu er átt við líffungaaukningu í eldinu. Á árinu 2009 er framleiðslan áætluð um 380 tonn en var um 275 tonn árið 2008. Á árinu 2009 voru fönguð um 740 tonn af þorski til áframeldis sem er aukning frá árinu 2008 en þá nam aflinn 650 tonnum. Mest var fangað í botnvörpu um 450 tonn, 145 tonn í dragnót, 75 tonn á króka og 70 tonn í leiðigildru. Alls stunduðu 12 bátar föngun á þorski, þar af fönguðu þrír þessara báta um 65% af aflanum. Halldór Sigurðsson ÍS 15 var með rúm 190 tonn og er það mesti afli sem einn bátur hefur fangað til áframeldis á einu ári. Mest af þorskinum var fangað um vorið og sumarið.

Á árinu 2009 var áframeldi á þorski stundað á 8 stöðum við landið. Heildareldisrými stöðvanna var rúmlega 105.000 rúmmetrar. Heildarfóðurnotkun á árinu var 1.840 tonn, af því var um 65% loðna og um 10% síld. Líffræðilegur fóðurstuðull lækkaði úr um 6,8 árið 2008 og niður í 4,8 árið 2009. Að meðaltali var fóðurstuðullinn 4,7 fyrir árin 2004-2009. Á árinu 2009 var dagvöxtur á ómerktum 1,5-3 kg þorski sem fangaður var sama ár um 0,33%. Á undanförunum árum hefur eldistími styst og þyngdaraukning því minnkað úr 3 kg hjá þorski sem fangaður var árin 2003-2004 niður í 1,5 kg hjá þorski sem fangaður var árið 2008. Á árinu 2009 voru afföll á áframeldisþorski í eldiskvíum rúm 10%. Kýlaveikibróðir greindist í áframeldisþorski en afföll voru lítil og einnig er talið að vibrúveiki hafi valdið afföllum á fiski en það var ekki staðfest með greiningu. Engar slyasleppingar voru skráðar á árinu.

Slátrað magn á hvern rúmmetra eldisrýmis hefur aukist úr 4 kg/m<sup>3</sup> árið 2003 upp í um 11 kg/m<sup>3</sup> 2009. Árið 2009 er föngunarkostnaður um 140 kr/kg og fóðurstofnaður um 250 kr/kg. Vegið meðaltal árána 2003 – 2009 er 148 kr/kg fyrir föngun og fóðurstofnaður er 220 kr/kg fyrir hvert framleitt kíló á verðlagi ársins 2009. Framleiðslan á hvert ársverk var aðeins um 30 tonn árið 2009, en vegið meðaltal árána 2003 – 2009 er 42 tonn á ársverk. Slátrað magn á ársverk var rúm 160 tonn árið 2009, en vegið meðaltal árána 2003 – 2009 er 95 tonn á ársverk. Meðalþyngd sláturfisks hefur lækkað úr 5,0 kg árið 2004 í 3,4 kg árið 2009. Á verðlagi ársins 2009 hefur verð á óslægðum áframeldisþorski hækkað úr 205 kr/kg árið 2005 í 315 kr/kg árið 2009. Tæplega 90% af áframeldisþorski fór í flakavinnslu og annað á fiskmarkað innanlands.

---

**ABSTRACT**

Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Ingólfur Sigfússon, Ketill Elíasson, Kristján G. Jóakimsson, Ólafur Helgi Haraldsson, Sverrir Haraldsson & Þór Magnússon 2011. Cod quota for on-growing: results for the year 2009. *In: Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (eds.). Cod farming quota project 2010. Marine Research in Iceland 157: 5-20.*

This report shows the results for the on-growing trials with cod in Iceland for the year 2009 and summarizes the results for the years 2002–2009. For the fishing year 2008/2009 500 tons cod quota was allocated to 6 farms but 11 applications were received in January 2009. For the fishing year 2009/2010 500 tons cod quota was allocated to 7 farms but 9 applications were received in September 2009.

In the year 2009 the total amount of slaughtered cod was around 1,215 tons, increasing from 985 tons in the year 2008. The biomass of cod decreased from around 685 tons at the beginning of the year to around 585 tons at the end of year 2009. Estimated production of wild farmed cod was 380 tons in the year 2009 and increased from 275 tons in 2008. The farmers caught 740 tons of cod for on-growing in the year 2009, increasing from 640 tons in 2008. About 450 tons were caught with trawl, 145 tons with Danish seine, 75 tons with long line and jigging and 70 tons in Newfoundland traps. A total of 12 vessels captured cod for on-growing in 2009 and Halldor Sigurdsson IS 15 was the most successful boat, capturing in excess of 190 tons in trawl. Cod for on-growing were mainly captured in spring and summer.

In the year 2009 on-growing of wild cod took place in 8 locations in Iceland with total cage volume of around 105,000 m<sup>3</sup>. The cod were mainly fed with frozen capelin (65%) and herring (10%) and the total amount of feed was about 1,840 tons. The estimated average feed conversion factor was 4.8 in the year 2009 decreasing from about 6.8 in the year 2008. The average feed conversion factor in 2004–2009 was 4.7. Average daily growth rate of untagged wild farmed cod (1.5–3 kg) in the year 2009 for year-class 2009 were 0.33%. In the last few years the cod farmers have shortened the on-growing time and the total weight gain per fish has decreased from 3 kg for cod captured in 2003–2004 to 1.5 kg for cod captured in 2008. In 2009 mortality of wild farmed cod was about 10%. One species of pathogenic bacteria was isolated in wild farmed cod *Aeromonas salmonicida* ssp. *achromonogenes* and mortality due *Vibrio anguillarum* was suspected. No escapes by wild farmed cod were reported in the year 2009.

Slaughtered volume of wild farmed cod per cubic meter increased from 4 kg/m<sup>3</sup> in the year 2003 to 11 kg/m<sup>3</sup> in 2009. In 2009 cost of capture was 140 kr/kg and feed cost 250 kr/kg. Weighted means in 2003–2009 were 148 kr/kg for cost of capture and 220 kr/kg for cost of feed at the price level of 2009. Productivity, calculated as average production in tons per man-year was 30 tons in 2009, weighted means for the years 2003–2009 were 42 tons. The average slaughtering in tons per man-year was in excess of 160 tons in 2009 and weighted means for the years 2003–2009 were 95 tons. Average slaughtering size of wild farmed cod decreased from 5.0 kg in the year 2004 to 3.4 kg in the year 2009. The price of un-gutted wild farmed cod to cod farmers increased from 205 ISK/kg in the year 2005 to 315 ISK/kg in 2009 at the price level of 2009. In the year 2009 more than 90% of wild farmed cod were sold to processing factories and the rest to domestic fresh fish markets.

---





## 1. INNGANGUR

### 1.1 Þorskeldiskvótaverkefnið

Þann 15. maí 2002 voru samþykktar breytingar á lögum nr. 38/1990 um stjórnun fiskveiða þar sem fram kemur að sjávarútvegsráðherra hefur til sérstakrar ráðstöfunar aflaheimildir sem nema 500 lestum af óslægðum þorski á fiskveiðiárunum 2001/2002 til og með 2005/2006. Alþingi hefur nú samþykkt að framlengja heimild sjávarútvegsráðherra á árlegri 500 tonna úthlutun aflaheimilda tvisvar sinnum eða til og með fiskveiðiárinu 2014/2015 (Lög um stjórn fiskveiða nr. 116/2006). Þessum aflaheimildum skal ráðstafað til tilrauna með áframeldi á þorski í samráði við Hafrannsóknastofnunina sem fylgist með tilraunum og birtir niðurstöður um gang þeirra. Markmiðið með vinnu Hafrannsóknastofnunar er að:

- Samræma söfnun og úrvinnslu gagna aðila sem fengu úthlutað þorskeldiskvóta.
- Gefa árlega út skýrslu til að tryggja að sú þekking sem hefur aflast varðveitist.
- Stuðla að þekkingarmiðlun á milli þorskeldisfyrirtækja.
- Fá fram tillögur um mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni.

Nánar er kveðið á um framkvæmd í reglugerð nr. 736/2009 um úthlutun aflaheimilda á þorski vegna tilrauna við föngun fisks til áframeldis og framkvæmd þess. Gefin hefur verið út handbókin „Þorskeldiskvóti: Handbók um skýrslugerð aðila sem fá úthlutað aflaheimildum til áframeldis á þorski“ sem endurnýjuð var á árinu 2009 (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009c). Í þessari handbók eru teknar saman leiðbeiningar um hvernig standa eigi að mælingum, skráningum, úrvinnslu og birtingu á niðurstöðum.

Á hverju ári er haldinn fundur með verkefnistjórum þorskeldisfyrirtækja sem fengið hafa úthlutun á þorskeldiskvóta. Á árinu 2009 voru haldnir tveir fundir. Fyrri fundurinn var haldinn í Reykholti í Borgarfirði 15.-16. apríl en þar var tekin fyrir föngun á þorski til áframeldis, geymsla og flutningur. Á vinnufundinn mættu 22 manns, verkefnistjórar þorskeldisfyrirtækja, sjómenn, veiðarfærasérfræðingar og fulltrúar úr stjórnarsýslunni. Seinni fundurinn var haldinn 16.-17. nóvember hjá Hafrannsóknastofnuninni í Reykjavík. Um morguninn 16. nóvember voru



Mynd 1.1. Þátttakendur á þorskeldiskvótafundi, 16.-17. nóvember 2009 í fundarsal Hafrannsóknastofnunarinnar í Reykjavík (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 1.1. Meeting of cod farmers in November 16-17, 2009 at Marine Research Institute in Reykjavik (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

kynnt rannsóknaverkefni og þar á eftir kynnti Landsamband fiskeldisstöðva skýrsluna „Staða fiskeldis á Íslandi, framtíðaráform og stefnumótun rannsókna- og þróunarstarfs 2010 - 2013“. Eftir hádegi var kynntur tækjabúnaður og síðan hófst þorskeldiskvótafundurinn. Á fundinum var farið yfir breytingar á handbókinni, skilgreind mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni, rætt um fóður og fóðrun á áframeldisþorski og stjórnsýsluna í kringum föngun á þorski. Á þorskeldiskvótafundinn mættu rúmlega 20 manns en fleiri þátttakendur voru á kynningunum.

### 1.2 Skil á greinargerðum og úthlutun aflaheimilda

Skýrslan byggist á upplýsingum frá þorskeldisfyrirtækjum sem hafa fengið úthlutun á þorskeldiskvóta (tafla 1.1). Sérfræðingar á Haf-

Tafla 1.1. Þorskeldisfyrirtæki og verkefnistjórar sem skiluðu greinargerð um framgang föngunar og áframeldis á þorski á árinu 2009.

Table 1.1. The cod farmers and project leaders returning reports to the Marine Research Institute for the year 2009.

Fyrirtæki	Verkefnisstjóri
Einherji ehf.	Ólafur Helgi Haraldsson
BA 337 ehf.	Þór Magnússon
Þóroddur ehf.	Sverrir Haraldsson
Glaður ehf.	Ketill Eliasson
Álfsvell ehf.	Hallgrímur Kjartansson
Hraðfrystihúsið-Gunnvör hf.	Kristján G. Jóakimsson
Tó ehf.	Ingólfur Sigfússon
Þorskeldi ehf.	Elís Hlynur Grétarsson

Tafla 1.2. Úthlutun aflaheimilda til þorskeldisfyrirtækja fiskveiði-árin 2008/2009 og 2009/2010 og endurúthlutun á árinu 2009.

Table 1.2. Summary of allocation of cod quota for on-growing by farms in fishing years 2008/2009 and 2009/2010 and additional allocation in 2009.

Fyrirtæki	Úthlutun fiskveiðiárið		Endur- úthlutun	Samtals
	2008/2009	2009/2010		
<i>Einherji</i>	25.000	25.000		50.000
<i>BA 337</i>		10.000	10.000	20.000
<i>Þóroddur</i>	115.000	105.000		220.000
<i>Glaður</i>	25.000	20.000		45.000
<i>Álfsfell</i>	100.000	125.000	22.505	247.505
<i>HG</i>	125.000	125.000	234.328	484.328
<i>Tó</i>		10.000		10.000
<i>Þorskeldi</i>	110.000	80.000		190.000
	500.000	500.000	266.833	1.266.833

rannsóknastofnuninni hafa síðan unnið þessa samantekt í samvinnu við verkefnisstjóra einstakra þorskeldisfyrirtækja. Í skýrslunni er að finna frekari úrvinnslu, samanburð á milli fyrirtækja, ásamt ítarlegri túlkun gagna.

Átta þorskeldisfyrirtæki fengu úthlutað kvóta á fiskveiðiárinu 2008/2009 og skiluðu greinargerðum um framgang við föngun og áframeldi á þorski á árinu 2009 (tafla 1.1).

### 1.3 Úthlutun aflaheimilda

Á árinu 2009 var tvisvar úthlutað aflaheimildum til þorskeldis. Í janúar 2009 sóttu 11 aðilar um úthlutun aflaheimilda á fiskveiðiárinu 2008/2009, en til ráðstöfunar voru 500 tonn, sem 5 fyrirtæki fengu úthlutað (tafla 1.2). Í september 2009 sóttu 9 aðilar um úthlutun aflaheimilda fyrir fiskveiðiárið 2009/2010, en úthlutað var til 7 þeirra samtals 500 tonnum. Við úthlutun á fiskveiðiárinu 2009/2010 var haft til viðmiðunar ákvæði til bráðabrigða í reglugerð nr. 736/2009 um úthlutun aflaheimilda í þorski vegna tilrauna við föngun fisks til áframeldis og framkvæmd þess en þar kemur fram: „Þrátt fyrir ákvæði 1. og 4. mgr. 3. gr. skal umsóknarfrestur um úthlutun aflaheimilda fyrir fiskveiðiárið 2009/2010 vera til 15. september 2009 og við útreikning aflaheimilda til þorskeldisfyrirtækja fyrir það fiskveiðiár miðað við úthlutun síðustu tveggja fiskveiðiára. Aflaheimildum fyrir fiskveiðiárið 2009/2010 skal úthlutað eigi síðar en 30. september 2009“. Á árinu var endurúthlutað úr innkölluðum aflaheimildum um 265 tonnum til þriggja fyrirtækja (tafla 1.2). Eitt þessara fyrirtækja, BA 337 ehf. var að fá í fyrsta skipti beint úr endurúthlutun

og hafði ekki áður fengið úthlutun úr 500 tonna árlegum aflaheimildum. Á árinu 2009 var úthlutað samtals um 1.265 tonnum til áframeldis á þorski (tafla 1.2). Mest var úthlutað til Hraðfrystihússins Gunnvarar hf. (HG) um 485 tonnum, um 250 tonnum til Álfsfell og 220 tonnum til Þórodds.

Árangur við föngun hefur verið mjög misjafn á milli þorskeldisfyrirtækja og árin 2009 voru innkölluð um 105 tonn af aflaheimildum frá fjórum fyrirtækjum. Hér er um að ræða þorskeldisfyrirtæki sem hafa hætt rekstri og innköllun aflaheimilda frá fyrirtækjum sem

ekki hefur tekist að nýta heimildirnar innan ákveðins tímaramma. Heimilt hefur verið að flytja aflaheimildir einu sinni á milli fiskveiðiára. Mest af aflaheimildum var innkallað frá Síldarvinnslunni hf. 50 tonn og Brim-fiskeldi ehf., 38 tonn.

### 1.4 Áherslur og afmörkun verkefna

Frá því að þorskeldiskvótaverkefnið hófst hafa árlega verið gefnar út skýrslur á vegum Hafrannsóknastofnunar sem gefa yfirlit yfir starfsemi þorskeldisfyrirtækja sem taka þátt í verkefninu (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009a, 2010a). Nú hafa verið skrifaðar átta skýrslur sem gefa yfirlit yfir föngun og áframeldi á þorski að þessari meðtalinni. Kaflinn um umhverfisþætti verður ekki inni eins og á síðasta ári. Varðandi föngun eru eingöngu birt töluleg gögn. Öll gögn um föngun og flutning á þorski til áframeldis á síðustu árum og fram til loka ársins 2008 voru gefin út í sérstakri skýrslu á árinu 2009 (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009b). Að þessu sinni er einnig sleppt kafla um slátrun og vinnslu en vægi hans hefur verið að minnka.

## 2.0 FÖNGUN

### 2.1 Fangað magn og eftirstöðvar

Á árinu 2009 voru fönguð tæp 740 tonn af þorski til áframeldis (mynd 2.1). Á síðustu tveimur árum hefur átt sér stað jákvæð þróun en á árunum 2005-2007 voru eingöngu fönguð um 400 tonn á ári. Á árinu 2009 var mest fangað í botnvörpu (rækjuvörpu) um 450 tonn, 145 tonn í dragnót, 75 tonn á króka og 70 tonn í leiðigildru. Á milli árána 2008 og 2009 er mesta

aukningin í föngun með botnvörpu eða úr tæpum 235 tonnum í 450 tonn. Þá aukningu má að mestu leyti rekja til átaks í föngun á þorski hjá HG í Ísafjarðardjúpi en á vegum fyrirtækisins voru þrír bátar og nam afli þeirra rúmum 400 tonnum.

Í byrjun ársins 2009 voru til ráðstöfunar um 1.000 tonn af aflaheimildum til þorskeldis. Vel gekk að fanga þorsk til áframeldis á árinu og voru eftirstöðvar tæp 500 tonn af úthlutuðum aflaheimildum og um 100 tonn í innköllunarpotti. Haft skal í huga að á árinu 2009 var úthlutað tvisvar sinnum 500 tonna aflaheimildum og í seinna skiptið í september.

## 2.2 Fjöldi báta og afli á bát

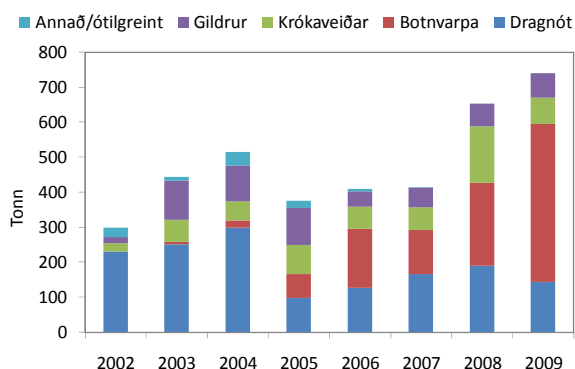
Fjöldi báta sem hafa stundað föngun hefur verið allt frá 12 upp í 27, en 12 bátar stunduðu föngun á árinu 2009 (mynd 2.2). Fimm bátar stunduðu krókaveiðar, fjórir botnvörpu, tveir gildruveiðar og einn dragnót. Frá árinu 2006 hefur bátum sem stunda föngun á þorski fækkað úr 20 niður í 12 árið 2009. Á sama tíma hefur meðalafli á bát aukist úr 20 tonnum í rúm 60 tonn (mynd 2.2).

Afla er mjög misdreift á milli báta og þrír bátar af 12 sem stunduðu föngun árið 2009 voru með rúm 490 tonn eða um 65% af heildarafla. Hér er um að ræða bátana: Halldór Sigurðsson ÍS 15, Val ÍS 20 og Ölduna ÍS 47. Þetta eru einu bátarnir sem fönguðu meira en 100 tonn af þorski til áframeldis. Halldór Sigurðsson ÍS 15 var með rúm 190 tonn og er það mesti afli sem fangaður hefur verið til áframeldis á einu ári.

Meðalafli á bát er mjög misjafn eftir veiðarfærum (mynd 2.3). Mestur er afli hjá bátum sem veiða í botnvörpu og dragnót sem hefur aukist úr 30-40 tonnum árið 2006 upp í 110-145 tonn árið 2009. Meðalafli báta sem stunda krókaveiðar er minnstur og öll árin vel undir 20 tonn. Í gildruveiðum (aðallega leiðigildra) er meðalafli einnig lítill en hefur aukist og er kominn upp í 35 tonn árið 2009.

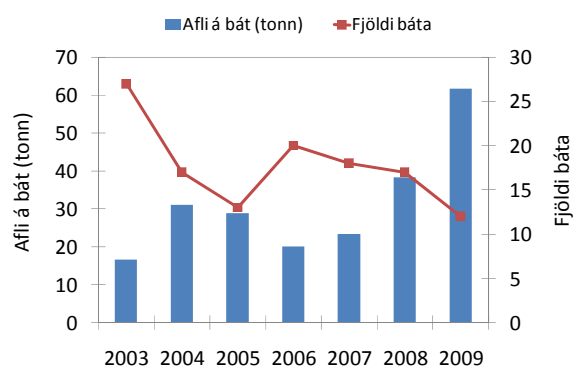
## 2.3 Föngunartími og svæði

Misjafnlega hefur gegnið að fanga þorsk til áframeldis eftir landshlutum, en besti árangurinn hefur verið á Vestfjörðum (mynd 2.4). Árið 2003 var um 35% af þorski fangaður til áframeldis tekinn á Vestfjörðum og árið 2009 var hlutfallið komið upp í 90%. Á árunum 2006-2009 var 65-80% af þeim fiski sem fór í áframeldi fangaður í Ísafjarðardjúpi og Aðalvík.



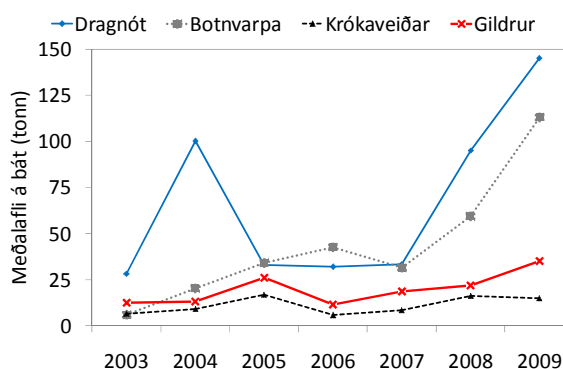
Mynd 2.1. Fangað magn af þorski til áframeldis í tonnum eftir veiðarfærum á árunum 2002-2009.

Figure 2.1. Capture of cod for on-growing (in tons) according to fishing gear in 2002-2009.



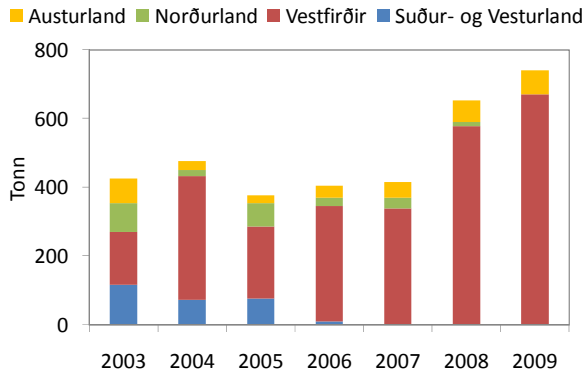
Mynd 2.2. Fjöldi báta og meðalafli á bát sem stunduðu föngun á þorski árin 2003-2009.

Figure 2.2. Summary of cod captures for on-growing in numbers of boats and average tons per boat in 2003-2009.



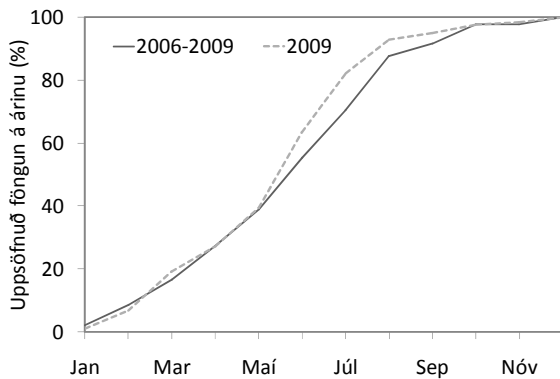
Mynd 2.3. Meðalafli á bát eftir veiðarfærum á árunum 2003-2009.

Figure 2.3. Average capture in tons per boat according to fishing gear in 2003-2009.



Mynd 2.4. Fangað magn af þorski til áframeldis í tonnnum eftir landshlutum og árum.

Figure 2.4. Capture of cod for on-growing (in tons) according to regions and years.



Mynd 2.5. Uppsöfnuð füngun á þorski til áframeldis á árinu 2009 og meðaltal árána 2006-2009.

Figure 2.5. The accumulated captures of cod for on-growing according to months in 2009 and averages for the years 2006-2009.

Tafla 3.1. Staðsetning og eldisrými þorskeldisstöðva sem fengu úthlutað þorskeldiskvóta og voru í rekstri í lok ársins 2009.

Table 3.1. Locations of cod farms in Iceland allocated cod quota and their rearing volumes ( $m^3$ ) at the end of the year 2009.

Eldisstaðir	Rúm-metrar	Rekstraraðilar
Patreksfjörður	2.400	Einherji ehf.
Tálknafjörður	1.250	BA 337 ehf.
Tálknafjörður	18.200	Þóroddur ehf.
Skutulsfjörður	4.500	Glaður ehf.
Skutulsfjörður	22.900	Álfsfell ehf.
Álftafjörður	43.600	Hraðfrystihúsið-Gunnvör hf.
Mjóifjörður	1.200	Tó ehf.
Stöðvarfjörður	12.000	Þorskeldi ehf.
Samtals	<b>106.050</b>	

Mun minna var fangað af þorski til áframeldis á öðrum landshlutum og hefur lagst af á Suður- og Vestur- og Norðurlandi.

Á árinu 2009 var búið að fanga um 65% af aflanum fyrstu 6 mánuði ársins en árin 2006-2009 nam hlutfallið 55% (mynd 2.5). Það er mismunandi eftir veiðarfærum hvenær fiskurinn er fangaður á árinu. Í botnvörpu er fiskurinn að stærstum hluta tekinn um vorið og sumarið í Ísafjarðardjúpi. Í dragnót er fiskurinn aðallega tekinn í dragnót um sumarið í Aðalvík. Króka-veiðar eru stundaðar mest allt árið en megnið af aflanum er tekið í maí-júní í Patreksfjarðarflóa. Afli í leiðigildru er að stærstum hluta tekinn í apríl og maí og allur á Austfjörðum.

### 3. Eldi

#### 3.1 Þorskeldisstöðvar og tjón á búnaði

Á árinu 2009 var áframeldi á þorski stundað af 8 fyrirtækjum (tafla 3.1) og hefur fjölgað um eitt á milli ára. Heildareldisrými er um 105.000  $m^3$  og hefur minnkað um 15.000  $m^3$  á milli ára. Brim fiskeldi ehf. hætti áframeldi í byrjun ársins 2009. Tvö ný fyrirtæki hófu áframeldi á þorski en það er BA 337 ehf. í Tálknafirði og Tó hf. í Mjóafirði.

Lítið var um tjón á búnaði. Hjá Einherja aflöguðust tvær 50 metra eldiskvíar staðsettar innan við Þúfneyri í Patreksfirði. Kvíarnar eru með tvöföldum hringjum og með 16 baulum hvor. Niðurstaðan er að baulurnar þurftu að vera talsvert fleiri til að standast álagið á þessu svæði. Þann 14. september brotnaði önnur kvíin, ástæðan var að eitt af þremur legufærum hafði slitnað í vestan sjógangi. Of þunnt efni var í rörum (8,4 mm) og kom brot í þau og sjór flæddi inn. Kvíin var dregin inn í höfn og slátrað úr henni.

#### 3.2 Fóður og fóðrun

##### Fóður

Þorskur í áframeldi er aðallega fóðraður með frosnum uppsjávarfiski (mynd 3.1). Heildarfóðurnotkun á árinu 2009 var um 1.840 tonn sem er svipað magn og á árinu 2008. Árið 2009 var mest notað af loðnu um 1.180 tonn (64%) sem er aukning frá árinu 2008 en þá nam hlutfall hennar um 34%. Hlutfall síldar nam 10% árið 2009 og lækkaði úr 61% árið 2008. Óvana-



lega hátt hlutfall var af öðrum tegundum árið 2009 eða um 25% af heildarfóðurnotkun. Mest var notað af sandsíli (139 tonn), kolmuna (133 tonn), makríl (118 tonn) og einnig var minna magn notað af norrænu gulldeplu, sára, rækju, afgangsheitu, grásleppu, spærtingi og smokkfiski.

Mest fóður var notað hjá HG rúm 900 tonn sem eru um 50% af heildarfóðurnotkun fyrirtækja með áframeldi á þorski. Hjá Álfsfelli nam fóðurnotkunin um 430 tonnum og um 215 tonnum hjá Þorskeldi en minna var fóðrað hjá öðrum þorskeldisfyrirtækjum.

### Orkuinnihald fóðurs

Á árinu 2009 var orkuinnihald fóðursins að meðaltali um 8,3 MJ/kg og lækkaði úr 9,5 MJ/kg árið 2008. Ástæðan fyrir lækkingu er einkum lægra hlutfall af feitri síld árið 2009 (mynd 3.2). Orkuinnihald síldarinnar á síðustu þremur árum hefur verið 10,3-11,3 MJ/kg en loðnan hefur verið mun magrari eða 7,5-8,1 MJ/kg.

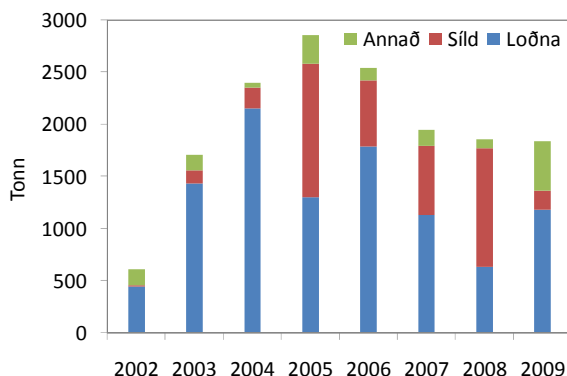
### Fóðurstuðull

Fóðurstuðull hjá fimm þorskeldisfyrirtækjum sem skiluðu inn nægilega góðum greinargerðum og slátruðu þorski á árinu 2009 var allt frá 3,5 upp í 7,7 (mynd 3.3). Bestur var fóðurstuðullinn hjá Þorskeldi en hann mældist 3,5. Ástæða fyrir óvanalega háum fóðurstuðli hjá HG eru mikil afföll á fiski, en fóðurstuðullinn var að meðaltali um 4,0 á árunum 2003-2008. Tiltölulega háan fóðurstuðul hjá Einherja og Glaði má einnig rekja til mikilla affalla á fiski.

## 3.3 Vöxtur og kynþroski

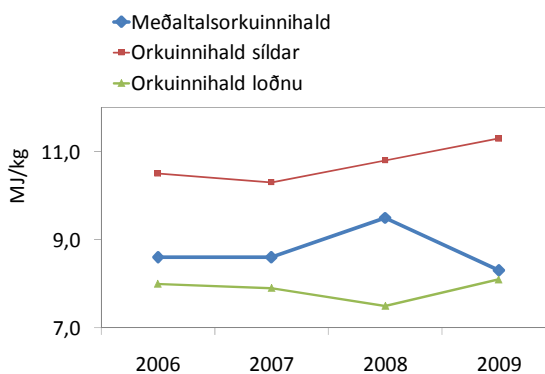
### Dagvöxtur á árgangi 2009

Dagvöxtur á ómerktum þorski sem tekinn var í eldi á árinu 2009 og lokið var við að slátra úr kvíum var að meðaltali um 0,33% (mynd 3.4). Hér er um að ræða fisk sem var yfirleitt 1,5-2,0 kg í upphafi eldisins. Frá árinu 2007 til ársins 2009 hefur dagvöxtur minnkað úr 0,43% í 0,33%. Það var aðeins hjá Þorskeldi sem dagvöxtur var að jafnaði yfir 0,4% en Þóroddur og Glaður skiluðu ekki inn viðunandi gögnum og liggja því ekki fyrir upplýsingar frá þessum fyrirtækjum. Ástæðan fyrir minni dagvexti árin 2008 og 2009 en árið 2007 eru eflaust margar, m.a. vanþrif og sjúkdómar. Hjá Þorskeldi sem er með góðan dagvöxt bæði árið 2008 og 2009 hafa ekki greinst sjúkdómar í fiskinum. Haft



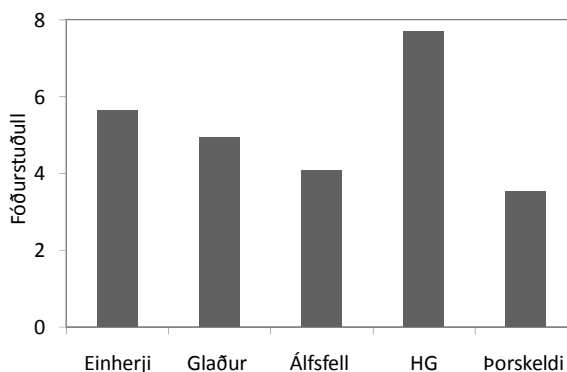
Mynd 3.1. Fóðurnotkun þorskeldisfyrirtækja eftir fisktegundum árin 2002 til 2009.

Figure 3.3. Quantity of feed (capelin blue, herring red and other feed green) used for on-growing of wild cod in the years 2002 to 2009.



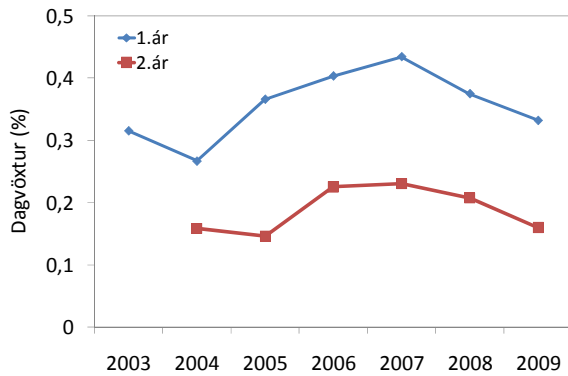
Mynd 3.2. Orkuinnihald í fóðri fyrir áframeldisþorsk árin 2006-2008.

Figure 3.2. Average energy content of feed (blue line) for on-growing of cod, capelin (green line) and herring (red line).



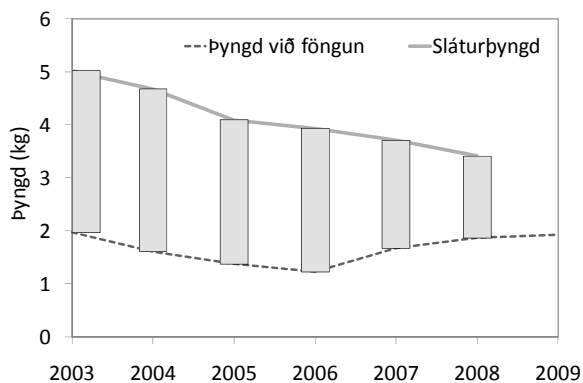
Mynd 3.3. Fóðurstuðull á árinu 2009 hjá fimm þorskeldisfyrirtækjum.

Figure 3.3. The feed conversion factor at five cod farms in 2009.



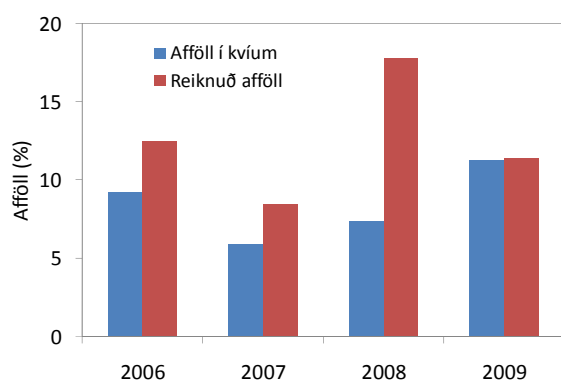
Mynd 3.4. Meðaldagvöxtur hjá áframeldisþorski á fyrsta og öðru ári í eldi árin 2003-2009.

Figure 3.4. The average daily growth rates of wild farmed cod in the first and second year in culture in 2003-2009.



Mynd 3.5. Þyngdaraukning þorsks sem fangaður er á árunum 2003-2008. Miðað er við meðalsláturþyngd árið eftir að fiskur var fangaður.

Figure 3.5. The weight increment of wild farmed cod captured 2003-2008. The cod was slaughtered one year after capture.



Mynd 3.6. Heildarafföll í kvíum eins og þau eru mæld og reiknuð fyrir árin 2006-2009.

Figure 3.6. Registered (blue columns) and calculated (red columns) total mortality of wild cod in sea cages in 2006-2009.

skal í huga að dagvöxtur á fyrsta ári er í sumum tilvikum metinn út frá meðalþyngdarprufum en ekki slátraðri þyngd og kann því í einhverjum tilvikum að valda skekkju. Það á þó ekki við árið 2009 en þá er eingöngu stuðst við kvíar sem búið er að slátra upp úr.

### Dagvöxtur á árgangi 2008

Dagvöxtur hjá þorski af árgangi 2008 á árinu 2009 var um 0,16% en hér skal haft í huga að aðeins er um eina kví að ræða. Í nokkrum tilvikum var fiskinum slátrað í byrjun ársins en þær kvíar voru ekki teknar með eins og undanfarnin ár. Þóroddur og Gláður höfðu 10 kvíar af árgangi 2007 og 2008 á árinu 2009 en gögn um vöxt fisksins bárust ekki frá fyrirtækjunum. Á árunum 2003-2009 hefur dagvöxtur á þorski á öðru ári í eldi verið frá 0,15% til 0,23% (mynd 3.4).

### Þyngdaraukning þorsks

Á undanförunum árum hefur eldistími styst og þyngdaraukning fisksins því minnkað (mynd 3.5). Við útreikninga á lífþungaaaukningu á hvern fisk er miðað við sláturþyngd árið eftir föngun þar sem megnið af fiskinum er slátrað á öðru ári en lífþungaaaukningin á sér stað að mestu leyti sama ár og fiskurinn er fangaður. Á myndinni er slátruninni hliðrað og færð eitt ár aftur í tímann, þ.e.a.s. fiskur sem slátrað var árið 2009 er færður yfir á árið 2008 sama ár og hann var fangaður. Á fyrstu árunum var megnið af fiskinum slátrað á öðru og þriðja ári í eldi, eða um 90% en hlutfallið lækkaði síðan niður í 50% árið 2009. Lengri eldistími fyrstu árin skilaði sér í meiri þyngdaraukningu og þorskur sem var fangaður á árunum 2003-2004 jók þyngd sína um 3,0 kg en þorskur fangaður á árinu 2008 aðeins um 1,5 kg.

## 3.4 Afföll, slyssleppingar og sjúkdómar

### Reiknuð afföll

Á árunum 2006-2009 eru reiknuð afföll frá 6,5% upp í tæp 18% (mynd 3.6) og vegið meðaltal um 12,5%. Hér eru afföllin reiknuð út með því að draga frá fjölda slátraðra fiska og áætlaðar birgðir í lok árs frá birgðum í upphafi árs og fjölda fangaðra fiska sem fóru í kvíarnar. Mismunurinn er áætluð afföll á árinu. Þessi aðferð hefur þá vankanta að birgðir í byrjun árs eða í lok árs eru hugsanlega ekki réttar og geta

verið óskýrð afföll sem fyrst koma í ljós þegar búið er að tæma úr kvínni. Afföll eða tap á fiski sem hefur átt sér stað á fyrra ári skráist því ekki fyrir en árið eftir. Einnig er talning við fongun og slátrun ekki alltaf mjög nákvæm sem veikir áræðanleika niðurstaðanna.

### Afföll í kvíum

Vegið meðaltal affalla í eldiskvíum, bæði skráð og óskráð afföll er 6-11% á árunum 2006-2009 (mynd 3.6). Hér er stuðst við afföll í einstökum kvíum hjá öllum fyrirtækjunum með fullnægjandi upplýsingagjöf. Ókosturinn við þessa aðferð er að það er ekki búið að slátra upp úr öllum kvíunum og kunna því að koma upp óskýrð afföll þegar búið er að tæma allan fisk úr þeim. Vegið meðaltal affalla á árinu 2009 er 11,4% en mikill munur er á milli einstakra fyrirtækja eða frá 2% upp í 24%.

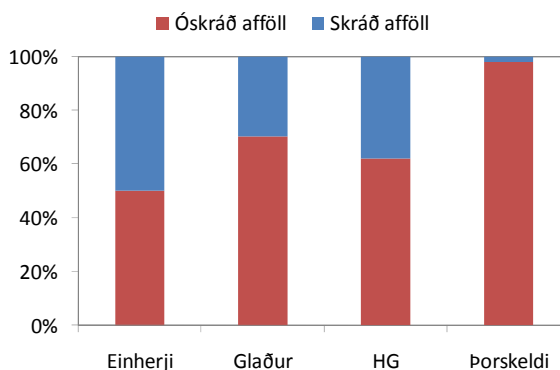
Tiltölulega gott samræmi er í þessum tveimur ofanefndum aðferðum á árunum 2006, 2007 og 2009 (mynd 3.6). Eðlilegt er að afföll í kvíum séu lægri en reiknuð afföll m.a. vegna þess að ekki er búið að slátra upp úr öllum kvíunum. Aftur á móti var munurinn á milli þessa tveggja aðferða um 10% árið 2008 og eru ástæðurnar eflaust margar.

### Skráð og óskráð afföll

HG, Einherji, Glaður og Þorskeldi slátruðu fiski á árinu 2009 og skiluðu inn nægilega góðum gögnum þar sem hægt var að greina á milli skráðra og óskráðra affalla (mynd 3.7). Skráð afföll eru þeir dauðu eða dauðvona fiskar sem taldir eru upp úr sjókvínni. Hlutfall skráðra affalla hjá þessum fyrirtækjum er allt frá 2% upp í 50% af heildarafföllum eða mun lægra en óskráð afföll. Óskráð afföll er sá fjöldi fiska sem vantar upp á upphafs fjölda við slátrun. Þá er búið að taka tillit til dauðra og dauðvona fiska sem taldir hafa verið upp úr kvínni. Óskráð afföll geta verið vegna sjálfráns, afráns eða að dauður fiskur hafi náð að rotna. Einnig getur ástæðan verið röng talning á fiski í kví og að fiskur hafi sloppið. Jafnframt getur ónákvæmni við talningu við slátrun leitt til þess að í útreikningi komi fram óskráð afföll.

### Fisksjúkdómar

Á árinu 2009 voru greindir fisksjúkdómar í tveimur fiskeldisstöðvum með áframeldi á þorski. Um miðjan október varð vart við væga sýkingu af kýlaveikibróður (*Aeromonas*



Mynd 3.7. Hlutfall skráðra og óskráðra affalla hjá fjórum þorskeldisfyrirtækjum á árinu 2009.

Figure 3.7. Percentage of registered (blue) and unregistered (red) mortality at four cod farms in 2009.

*salmonicida* ssp. *Achromonogenes*) hjá Einherja, einkenni voru áberandi á fiskinum en afföllin lítil. Hjá HG voru sjúkdómar að hrjá áframeldisþorsk án þess að afföll væru mikil. Sýni voru ekki send til greiningar en í aleldisþorski greindist bæði kýlaveikibróðir og víbríuveiki (*Vibrio anguillarum*) (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010b).

### Slysasleppingar

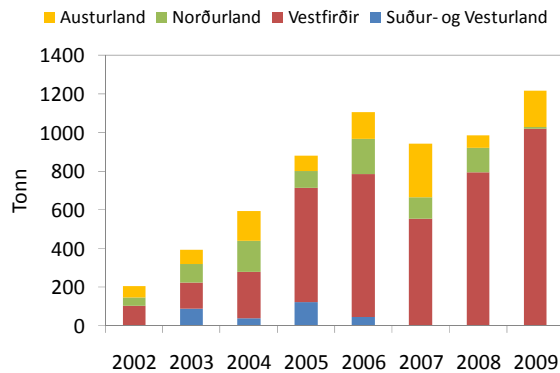
Ekki vitað til að slysasleppingar hafi átt sér stað á árinu 2009. Á árinu 2008 er talið að sloppið hafi um 9.000 fiskar frá Einherja og Glaði. Sá fjöldi kann að hafa verið meiri þar sem töluverð óskráð afföll voru hjá þessum fyrirtækjum og ekki hægt að fullyrða hvort rekja megi þau til slysasleppinga eða annarra orsaka.

## 4. REKSTUR OG MARKAÐSSETNING

### 4.1 Framleiðslutölur

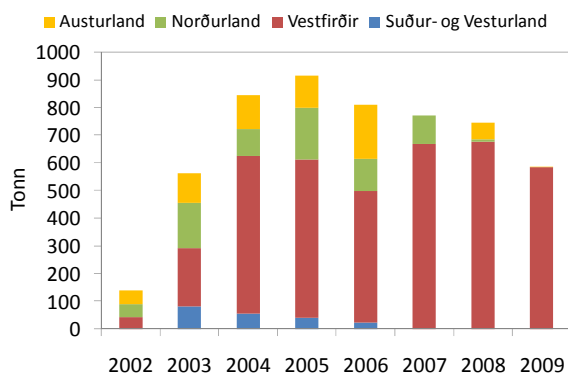
#### Slátrað magn

Á árinu 2009 var slátrað um 1.215 tonnum af þorski úr áframeldi fyrirtækja sem höfðu fengið úthlutað þorskeldiskvóta. Þetta er hækkun frá árinu 2008 en þá var slátrað um 985 tonnum (mynd 4.1). Á árinu 2009 var mest slátrað af áframeldisþorski á Vestfjörðum eða tæp 85% af heildarmagni og hefur aldrei verið hærra. Mest var slátrað hjá HG eða um 685 tonnum af áframeldisþorski og um 190 tonnum hjá Þorskeldi, 130 tonn hjá Álfsfelli og um 110 tonn hjá Þóroddi.



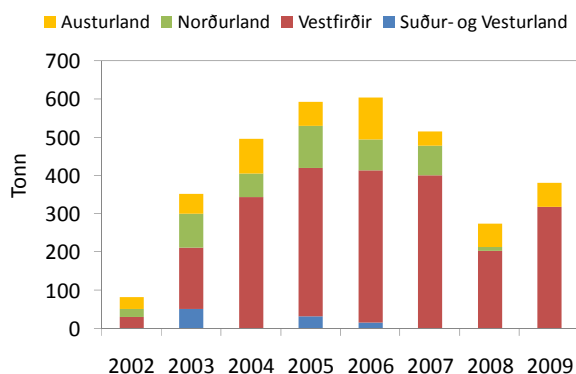
Mynd 4.1. Slátrun á þorski úr áframeldi á árunum 2002-2009 eftir landshlutum.

Figure 4.1. Slaughtered weight in tons of wild farmed cod in the years 2002-2009 according to regions in Iceland.



Mynd 4.2. Birgðir af áframeldisþorski í lok hvers árs fyrir árin 2002-2009 eftir landshlutum.

Figure 4.2. Live weight in tons of wild farmed cod at the end of the year in 2002-2009 according to regions in Iceland.



Mynd 4.3. Framleiðsla þorskeldisfyrirtækja eftir landshlutum árin 2002-2009.

Figure 4.3. Production in tons of wild farmed cod in the years 2002-2009 according to regions in Iceland.

Á árunum 2002-2009 var slátrað samtals 6.330 tonnum af áframeldisþorski. Þar af var slátrað um 4.180 tonnum á Vestfjörðum sem er rúmlega 65% af heildarmagni. Af einstökum fyrirtækjum hefur mest verið slátrað hjá HG rúmlega 2.200 tonnum sem er um 35% af heildarmagni.

### Birgðir

Á árinu 2009 var lækking í birgðastöðu úr um 685 tonnum í byrjun ársins í um 585 tonn í lok ársins (mynd 4.2). Þetta er fjórða árið í röð sem lækking á sér stað í birgðum á milli ára. Um síðustu áramót voru því sem næst allar birgðir hjá þorskeldisfyrirtækjum staðsett á Vestfjörðum. Engar birgðir eru á Suður- og Vesturlandi og Norðurlandi enda þorskeldi þar hætt.

Birgðir í byrjun ársins 2009 voru lækkaðar um rúm 60 tonn frá því sem gefið var upp í fyrri skýrslu vegna leiðréttinga frá þorskeldisfyrirtækjum. Í lok ársins 2009 eiga 7 fyrirtæki sem hafa fengið úthlutað þorskeldiskvóta birgðir af áframeldisþorski í sjókvíum. Mestu birgðirnar eru hjá Álfsfelli um 215 tonn og Þóroddi um 175 tonn.

### Framleiðsla

Gerður er greinarmunur á slátruðu magni og framleiðslu. Með framleiðslu er átt við lífþungaaukningu í eldinu og er eftirfarandi formúla notuð við útreikninga:

$$\text{Framleiðsla m.v. óslægt} = \text{Slátrað magn} + (\text{Birgðastaða í lok árs} - \text{Birgðastaða í upphafi árs}) - \text{Þyngd á nýjum fiski sem tekinn er í eldið.}$$

Réttar þykir að nota framleiðslu í staðinn fyrir slátrað magn þegar gefnar eru upp framleiðslutölur fyrir áframeldisþorsk. Í áframeldi er oft tekinn 1-2 kg fiskur í eldið en í aleldi eru seiðin mun minni, yfirleitt um 100 g.

Á árinu 2009 var framleiðsla fyrirtækja sem fengu úthlutað aflaheimildum til áframeldis á þorski um 380 tonn (mynd 4.3). Hér er um hækkun á milli ára að ræða en á árinu 2008 nam framleiðslan um 275 tonnum og um 500-600 tonnum á árunum 2004-2007. Framleiðslan 2008 var lækkuð um 60 tonn frá síðustu skýrslu vegna ofmats á birgðum í lok ársins.

Á árinu 2009 nam framleiðsla hjá þorskeldisfyrirtækjum á Vestfjörðum tæpum 85% af heildarframleiðslu. Mest var fram-



leiðslan hjá HG um 120 tonn og Álfsfelli um 105 tonn.

## 4.2 Líffræðilegar lykiltölur

### Líffungaaukning í eldinu

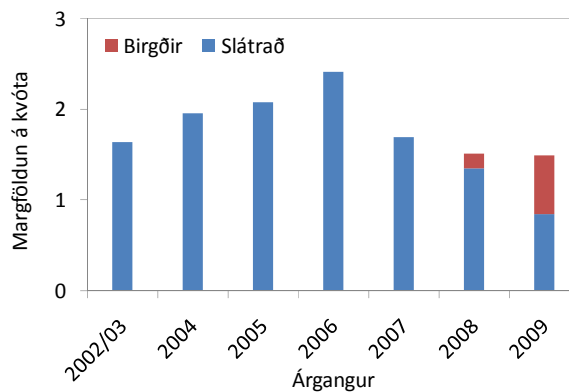
Til að nýta sem best úthlutaðan þorskeldiskvóta er mikilvægt að tryggja sem mesta líffungaaukningu í eldinu. Árgangar 2002-2003 náðu ekki að tvöfalda þyngd sína en síðan hefur árangurinn í eldinu batnað og fyrir árgang 2006 náði kvótinn að 2,5 falda sig. Eftir það lækkar margföldunarstuðullinn niður í 1,5 árin 2008 og 2009 (mynd 4.4). Hverjum árgangi er slátrað yfir lengra tímabil og eru því eftir birgðir af lifandi áframeldisþorski fyrir árgang 2008 og 2009. Margföldunarstuðull þessara ára kann því hugsanlega að hækka eitthvað, sérstaklega árgangur 2009 ef stórum hluta af fiskinum er slátrað seinnihluta ársins 2010. Hækkun á margföldunarstuðli á árunum 2002-2006 má m.a. skýra með minni afföllum á fiski og meiri dagvexti. Lækkun á margföldunarstuðli árin 2008 og 2009 er aðallega vegna þess að fiskurinn er styttri tíma í eldi, dagvöxtur minnkar og afföll aukast. Fyrir árin 2002-2009 var margföldunarstuðull að meðaltali 1,8.

### Fóðurstuðull

Frá árinu 2003 lækkaði fóðurstuðullinn úr 4,9 niður í 3,8 á árinu 2007 (mynd 4.5). Ástæða lækkunar á fóðurstuðli er einkum talin vera vegna minni kynþroska, minni affalla á fiski og minni yfirfóðrunar. Á árinu 2008 hækkaði fóðurstuðullinn aftur á móti upp í 6,8 og er ástæðan einkum talin vera aukin afföll og herra hlutfall af fiski sem er slátrað fljótlega eftir hrygningu áður en fiskurinn var búinn að jafna sig. Fóðurstuðullinn var hækkaður frá því sem gefið var upp í síðustu skýrslu vegna ofmats á birgðum. Árið 2009 var jákvæður viðsnúningur en fóðurstuðullinn er ennþá hár eða 4,8. Að meðaltali var fóðurstuðullinn 4,7 fyrir árin 2003-2009.

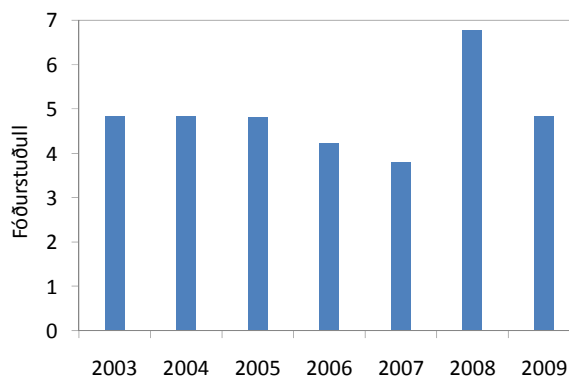
### Framleiðsla á rúmmetra

Á árunum 2004-2007 nam framleiðsla á hvern rúmmetra um 4,5 kg en lækkaði niður í 2,8 árið 2008 í takt við lækkun í framleiðslu (mynd 4.6). Jákvæður viðsnúningur var á árinu 2009 þegar framleiðslan fór í 4 kg/m<sup>3</sup>. Hins vegar jókst slátrað magn úr rúmm 4 kg/m<sup>3</sup> á árinu 2003 upp í rúmm 11 kg/m<sup>3</sup> árið 2009 (mynd 4.6).



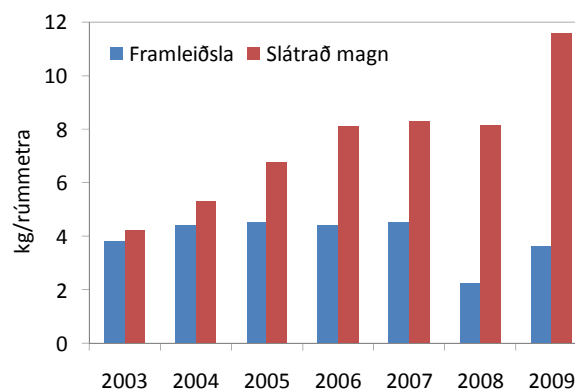
Mynd 4.4. Margföldun á fönguðum kvóta eftir árgöngum allra þorskeldisfyrirtækja sem hafa fengið úthlutað aflaheimildum til áframeldis árin 2002-2009.

Figure 4.4. Multiplication in biomass of wild farmed cod according to year-classes in 2002-2009 for all cod farms allocated cod quota.



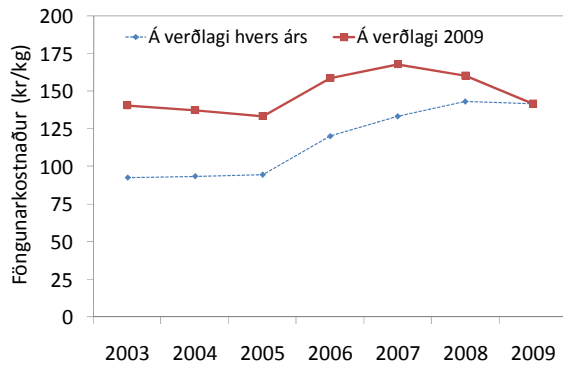
Mynd 4.5. Fóðurstuðull allra þorskeldisfyrirtækja sem hafa fengið úthlutað þorskeldiskvóta fyrir árin 2003-2009.

Figure 4.5. Average feed conversion factor for all cod farms allocated cod quota in 2003-2009.



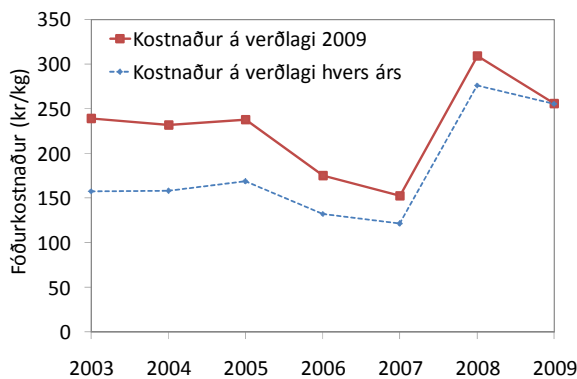
Mynd 4.6. Framleiðsla og slátrað magn á hvern rúmmetra eldisrýmis (kg/m<sup>3</sup>) fyrir árin 2003-2009.

Figure 4.6. Production and amount of wild farmed cod slaughtered per cubic meter (kg/m<sup>3</sup>) in 2003-2009.



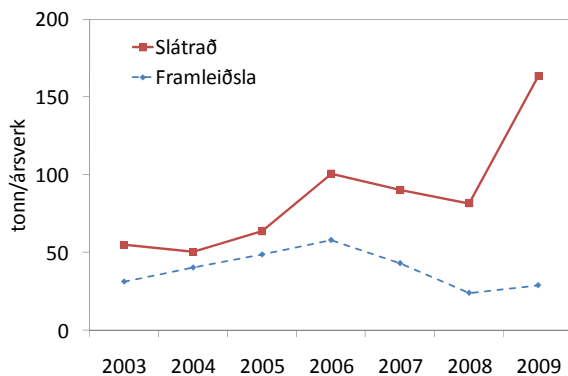
Mynd 4.7. Kostnaður við föngun á þorski til áframeldis á árunum 2003-2009 á verðlagi hvers árs og á verðlagi ársins 2009.

Figure 4.7. Total cost of capturing cod for on-growing (in ISK/kg) in 2003-2009 at current prices (dashed line) and prices of 2009 (solid line).



Mynd 4.8. Fóðurkostnaður á hvert framleitt kíló af áframeldisþorski hjá þorskeldisfyrirtækjum árin 2003-2009 á verðlagi hvers árs og á verðlagi ársins 2009.

Figure 4.8. Feed cost in production of wild farmed cod (in ISK/kg) in 2003-2009 at current prices (dashed line) and prices of 2009 (solid line).



Mynd 4.9. Framleiðsla og slátrað magn á hvert ársverk á árunum 2003-2009.

Figure 4.9. The average production (dashed line) and slaughtered volume (solid line) in tons per man-year in 2003-2009.

### 4.3 Rekstrarkostnaður

#### Kostnaður við föngun

Á árunum 2003 til 2009 var meðalkostnaður við föngun hjá fyrirtækjum sem fengu úthlutað þorskeldiskvóta frá 135 til 170 kr/kg og er þá miðað við verðlag ársins 2009 (mynd 4.7). Hér er átt við allan kostnað þar til fiskurinn er kominn í eldiskví, þ.m.t. flutningskostnað. Á árunum 2003-2005 var föngunarkostnaður 135-140 kr/kg en hækkaði síðan upp í 160-170 kr/kg árin 2006-2007. Á síðustu tveimur árum hefur betur gengið að fanga þorsk og var kostnaður kominn niður í um 140 kr/kg árið 2009. Vegið meðaltal árunna 2003 – 2009 er 148 kr á hvert fangað kíló á verðlagi ársins 2009.

#### Fóðurkostnaður

Meðal fóðurkostnaður við að auka þyngd fisksins um eitt kíló lækkaði úr tæpum 250 kr árin 2003-2005 í um 150 kr árið 2007 og er þá miðað við verðlag ársins 2009 (mynd 4.8). Hér er átt við allan kostnað þ.e.a.s. kaup á föðri, flutning og geymslu. Megin skýring á lækkandi fóðurkostnaði á tímabilinu er lækkun á fóðurstuðli. Á árinu 2008 hækkaði fóðurkostnaðurinn aftur á móti upp í um 300 kr/kg og er ástæðan aðallega mikil hækkun á fóðurstuðli (kafla 4.2). Þrátt fyrir að fóðurstuðullinn hafi lækkað verulega árið 2009 er fóðurkostnaðurinn tiltölulega hár eða um 250 kr/kg vegna hækkunar á fóðurverði. Vegið meðaltal árunna 2003–2009 er 220 kr á hvert framleitt kíló á verðlagi ársins 2009.

#### Fjöldi tonna á ársverk

Frá árinu 2003 hefur framleiðsla á hvert ársverk aukist úr um 30 tonnum í 60 tonn árið 2006 (mynd 4.9). Á árunum 2007 og 2008 dróst framleiðsla á hvert ársverk aftur á móti saman í takt við samdrátt í framleiðslu. Jákvæður viðsnúningur er árinu 2009 en framleiðslan á hvert ársverk er ennþá lítil eða aðeins um 30 tonn. Vegið meðaltal árunna 2003–2009 er 42 tonn á ársverk.

Á árunum 2003 til 2006 jókst einnig fjöldi tonna sem var slátrað á hvert ársverk úr 55 tonnum í 100 tonn. Á árunum 2006-2008 var slátrað magn á ársverk 80-100 tonn og jókst síðan upp í rúm 160 tonn árið 2009. Vegið meðaltal árunna 2003–2009 er 91 tonn á ársverk.

#### 4.4 Afurðaverð og markaðssetning

##### *Stærð og verð á óslægðum áframeldisþorski*

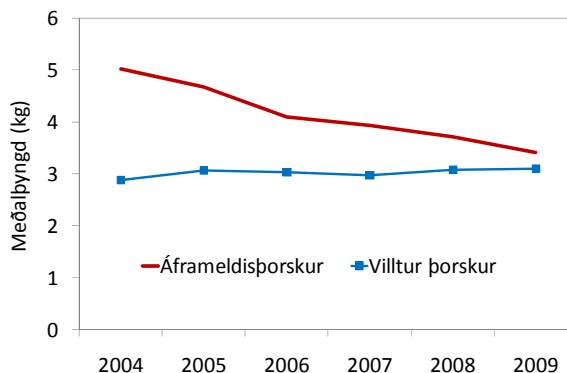
Á undanförunum árum hefur meðalþyngd áframeldisþorsks sem tekinn hefur verið til slátrunar minnkað úr 5,0 kg árið 2004 í 3,4 kg árið 2009 (mynd 4.10). Til samanburðar er meðalþyngd á villtum þorski úr hefðbundnum veiðum um 3,0 kg.

Verð á óslægðum áframeldisþorski á verðlagi ársins 2009 hækkaði úr rúmum 200 kr/kg árið 2005 upp í um 330 kr/kg árið 2008 (mynd 4.11). Lítilsháttar lækkun er síðan á fiskverði árið 2009 og fór það niður í 315 kr/kg. Þann fyrirvara verður þó að hafa að öll þorskeldisfyrirtæki gáfu ekki upp fiskverð og byggja niðurstöður því á takmörkuðum gögnum. Tæplega 90% af áframeldisþorski fór beint í flakavinnslu og rúmlega 10% fóru á ferskfiskmarkað innanlands.

Á árinu 2009 var mikill munur á verði áframeldisþorsks milli fyrirtækja eða allt frá um 270 kr/kg upp í 400 kr/kg. Hærra verð var greitt fyrir áframeldisþorsk en villtan þorsk sem fór á innlandan markað (mynd 4.11). Þennan mun má að hluta skýra með því að áframeldisþorskur var stærri en villtur þorskur, en þó að takmörkuðu leyti þar sem stærðarmunur var tiltölulega lítil árið 2009 (mynd 4.10).

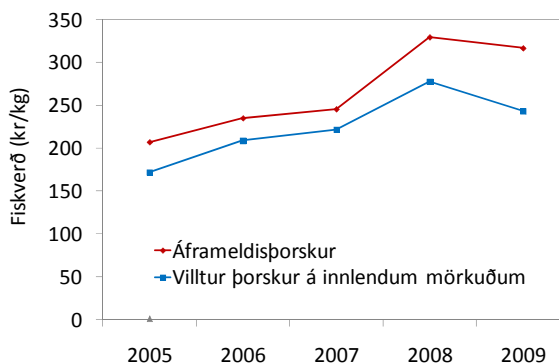
##### *Útflutningstölur*

Í Utanríkisverslun Hagstofu Íslands er að finna upplýsingar um útflutt magn og verðmæti á ferskum, heilum eldisþorski (aleldisþorskur og áframeldisþorskur). Á árunum 2005-2007 var skráður útflutningur um 230-245 tonn á ári. Á árinu 2008 voru um 45 tonn af áframeldisþorski flutt út. Engin útflutningur á ferskum heilum eldisþorski átti sér stað árið 2009 skv. Utanríkisverslun Hagstofu Íslands. Á vegum þorskeldisfyrirtækja er bæði fluttur út ferskur, heill þorskur með og án hauss en ekki er gerður greinarmunur á þessu í gögnum Hagstofu Íslands. Undanfarin ár hefur eldisþorskur verið vanskráður í gögnum Hagstofu Íslands. Töluvert magn var flutt út af ferskum flökum/flakabitum en sá útflutningur er ekki skráður sérstaklega sem eldisafurð í Utanríkisverslun Hagstofu Íslands.



Mynd 4.10. Slátrþyngd á áframeldisþorski á árunum 2004-2009 og meðalþyngd í afla á villtum þorski til samanburðar m.v. óslægðan fisk (heimild fyrir villtan þorsk: Hafrannsóknastofnunin 2010).

Figure 4.10. The average weight of slaughtered wild farmed cod (red line) in 2004-2009 and average weight of wild cod in the conventional cod fishery (blue line) for the same period.



Mynd 4.11. Verð á óslægðum áframeldisþorski til þorskeldisfyrirtækja og villtum þorski sem var seldur á innlendum ferskfiskmörkuðum á verðlagi ársins 2009 (heimild fyrir villtan þorsk er frá Verðlagsstofu skiptaverðs).

Figure 4.11. Price of whole wild farmed cod (red line) to cod farmers and price of wild cod from the conventional fishery (blue line) sold to fresh fish market in the years 2005-2009 at the prices of 2009.

## 5. HEIMILDIR

Hafrannsóknastofnunin 2010. Nytjastofnar sjávar 2009/2010. Aflahorfur fiskveiðiárið 2010/2011. Hafrannsóknastofnunin, *Hafrannsóknir* nr. 153. 178 bls.

Valdimar Ingi Gunnarsson 2007. Reynolds af sjókvíeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrít* 136. 52 bls.

Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Erlendur Steinar Friðriksson, Jón Örn Pálsson, Karl Már Einarsson, Ketill Elíasson, Kristinn Hugasson, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson &

- Þórarinn Ólafsson 2003. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2002. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrít* 100, 26 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Gísli Gíslason, Halldór Þorsteinsson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Karl Már Einarsson, Ketill Elíasson, Runólfur Viðar Guðmundsson, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson, Skjöldur Pálmason, Sverrir Haraldsson, Þórarinn Ólafsson & Þórbjörgur Torfasón 2005. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2003. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrít* 113, 58 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Davíð Kjartansson, Elís Hlynur Grétarsson, Guðmundur W. Stefánsson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Runólfur Guðmundsson, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson, Sverrir Haraldsson & Þórarinn Ólafsson 2006. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2004. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrít* 124, 72 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Runólfur Guðmundsson, Sindri Sigurðsson, Sævar Þór Ásgeirsson & Þórarinn Ólafsson 2007. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2005. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrít* 132. 42 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Guðmundur W. Stefánsson, Hallgrímur Kjartansson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Ólafur Helgi Haraldsson, Runólfur Guðmundsson, Sævar Þór Ásgeirsson, Sindri Sigurðsson & Þórarinn Ólafsson 2008. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2006. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrít* 137. 41 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Ólafur Helgi Haraldsson, Sævar Þór Ásgeirsson, Sindri Sigurðsson & Þórarinn Ólafsson 2009a. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2007. Hafrannsóknastofnunin. *Hafrannsóknir* nr. 144. 39 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson & Einar Hreinsson 2009b. Föngun á þorski. Hafrannsóknastofnunin, *Hafrannsóknir* nr. 148. 122 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Jóhanna S. Vilhjálmsdóttir & Ingimar Jóhannsson 2009c. Þorskeldiskvóti: Handbók um skýrslugerð aðila sem fá úthlutað aflaheimildum til áframeldis á þorski. Hafrannsóknastofnunin. 32 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Ketill Elíasson, Kristján G. Jóakimsson, Ólafur Helgi Haraldsson, Sverrir Haraldsson & Sævar Þór Ásgeirsson 2010a. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2008. Hafrannsóknastofnunin, *Hafrannsóknir* nr. 150. 35 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Árni Kristmundsson, Barði Ingibjartsson, Kristján Ingimarsson & Kristján Guðmundur Jóakimsson 2010b. Afföll á þorski í sjókvíum. *Sjávarútvegurinn – Vefrit um sjávarútvegsfél* 10(2):1-17.

# Fóður og fóðrun á áframeldisþorski

## Efnisyfirlit

<b>ÁGRIP</b> .....	<b>23</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>24</b>
<b>1. INNGANGUR</b> .....	<b>25</b>
1.1 MARKMIÐ OG GAGNAÖFLUN.....	25
1.2 NOTKUN Á VOTFÓÐRI OG ÞURRFÓÐRI .....	25
1.3 NOTKUN Á HEILUM FISKI TIL FÓÐRUNAR Í ÁFRAMELDI .....	26
<b>2. FÓÐUR</b> .....	<b>26</b>
2.1 FÓÐURNOTKUN ÞORSKELDISFYRIRTÆKJA .....	26
2.2 NÝJAR TEGUNDIR .....	27
2.3 ORKU- OG EFNAINNIHALD.....	28
2.4 ÖRYGGI FÓÐURS .....	31
<b>3. FRÆÐI</b> .....	<b>32</b>
3.1 VÖXTUR OG VAXTARLÍKAN .....	32
3.2 VÖXTUR EINSTAKRA LÍKAMSHLUTA .....	34
3.3 FÓÐURTAKA OG ATFERLI .....	36
3.4 MELTINGARHRAÐI .....	39
3.5 NÆRINGARÞÖRF .....	40
3.6 ÁHRIF FÓÐURS Á VÖXT .....	41
<b>4. FÓÐRUN</b> .....	<b>42</b>
4.1 VAL Á FÓÐRI .....	42
4.2 UNDIRBÚNINGUR OG AÐLÖGUN .....	43
4.3 FÓÐURMAGN .....	45
4.4 FÓÐRUNARTÍÐNI .....	47
4.5 FÓÐRUNARÆFERÐIR .....	48
4.6 VARNIR OG EFTIRLIT MEÐ FÓÐRUN.....	51
<b>5. ÞÆTTIR SEM Hafa ÁHRIF Á FÓÐURSTUÐUL</b> .....	<b>53</b>
5.1 SAMSETNING OG EIGINLEIKAR FÓÐURS .....	54
5.2 FÓÐURMAGN OG FRAMKVÆMD FÓÐRUNAR .....	55
5.3 NÆRINGARÁSTAND FISKS OG AFFÖLL .....	56
5.4 ALDUR FISKS OG KYNÞROSKI .....	57
5.5 LENGÐ ELDISTÍMA OG SJÁVARHITI.....	58
<b>6. FÓÐURKOSTNAÐUR</b> .....	<b>59</b>
6.1 FÓÐURSTUÐULL .....	59
6.2 FÓÐURVERÐ .....	60
6.3 FÓÐURKOSTNAÐUR .....	62
6.4 KOSTNAÐUR VIÐ FÓÐRUN .....	62
6.5 ARÐSEMI ÁFRAMELDIS – FYRRI ÚTTEKTIR.....	63
6.6 ARÐSEMI ÁFRAMELDIS ÁRIN 2005-2008 .....	64

---

<b>7. AUKIN ARÐSEMI ÁFRAMELDIS Á ÞORSKI.....</b>	<b>65</b>
7.1 HVENÆR Á AÐ FANGA FISKINN? .....	65
7.2 NÝTT FÓÐUR .....	66
7.3 HAGKVÆMARI AÐFERÐIR VIÐ FÓÐRUN .....	68
7.4 FÓÐRUN MEÐ LIFANDI FÆÐUDÝRUM.....	69
7.5 HVERNIG Á AÐ STJÓRNA ELDINU?.....	71
<b>8. ÞAKKARORÐ.....</b>	<b>73</b>
<b>9. HEIMILDIR .....</b>	<b>73</b>
<b>LEIÐBEININGAR 1: FÓÐUR .....</b>	<b>81</b>
<b>LEIÐBEININGAR 2: UNDIRBÚNINGUR FÓÐRUNAR.....</b>	<b>82</b>
<b>LEIÐBEININGAR 3: FÓÐURTÖFLUR.....</b>	<b>83</b>
<b>LEIÐBEININGAR 4: ÞORSKURINN AÐLAGAÐUR ELDISAÐSTÆÐUM....</b>	<b>84</b>
<b>LEIÐBEININGAR 5. FÓÐURMAGN .....</b>	<b>85</b>
<b>LEIÐBEININGAR 6. FRAMKVÆMD FÓÐRUNAR.....</b>	<b>86</b>
<b>LEIÐBEININGAR 7. FÓÐURSTUÐULL .....</b>	<b>87</b>

---



## ÁGRIP

Valdimar Ingi Gunnarsson & Björn Björnsson 2011. Fóður og fóðrun áframeldisþorsks. *Hafrannsóknir* 157: 21-87.

Þorskeldiskvótaverkefni Hafrannsóknastofnunar hefur verið starfrækt allt frá árinu 2002. Í þessari skýrslu er gefið yfirlit yfir fóður og fóðrun á áframeldisþorski árin 2002-2009 sem m.a. byggist á gagnaöflun 18 þorskeldisfyrirtækja sem hafa verið þátttakendur í verkefninu og viðtölum við eldismenn. Einnig var gerð heimildaleit um fóður og fóðrun þorsks og annarra tegunda. Í viðaukum er að finna leiðbeiningar fyrir eldismenn um val á fóðri og hvernig standa á að fóðrun á áframeldisþorski.

Á árunum 2002-2009 voru notuð samtals 15.800 tonn af heilum fiski til að fóðra áframeldisþorsk eða að meðaltali um 2.000 tonn á ári. Mest var notað af loðnu um 10.000 tonn og af síld um 4.300 tonn. Meðal orkuinnihald fóðursins hefur verið frá 8,2 upp í 9,5 MJ/kg.

Á árinu 2002 þegar þorskeldiskvótaverkefnið hófst var fóðurstuðullinn um 13. Aðal ástæðurnar voru mikil afföll á fiski og offóðrun. Á árunum 2003-2005 var fóðurstuðullinn að meðaltali 5,0 og lækkaði síðan niður í 3,8 árið 2007. Á árinu 2008 hækkaði fóðurstuðullinn upp í 6,8 vegna aukinna affalla. Fóðurstuðull á árinu 2009 er áætlaður 4,8. Að meðaltali var fóðurstuðullinn 4,8 fyrir árin 2002-2009 og orkunotkunin um 40 MJ/kg til að auka þyngd fisksins um hvert kg árin 2006-2009.

Ástæður fyrir háum fóðurstuðli eru margar:

- Lág próteininnihald í fóðri
- Of lág eða of hátt fituinnihald í fóðri
- Yfirfóðrun, sérstaklega yfir hrygningartímabilið
- Afföll á fiski, sérstaklega þegar stór fiskur drepst rétt fyrir slátrun
- Kynþroski, sérstaklega þegar fiskinum er slátrað fljótlega eftir hrygningu
- Langur eldistími, m.a. vegna kynþroska

Við fóðrun á áframeldisþorski hafa verið notaðar nokkrar aðferðir:

- Fóðurví, með frosnu fóðri inni í eldiskví
- Frosið fóður sett beint í eldiskví
- Handfóðrun með fersku eða upppíddu fóðri

Í mörgum tilvikum eru fleiri en ein aðferð notuð. Handfóðrun var notuð á fyrstu árum þorskeldiskvótaverkefnisins en er lítið notuð í dag. Fyrst var algengt að nota fóðurvíar en nú er meira um að frosnar pönnur fari beint í eldiskví. Oft hefur átt sér stað ákveðinn aðdragandi og fyrsta þrepið hefur verið að nota báðar þessar aðferðir og síðan skipta alfarið yfir í að setja frosnar pönnur beint í eldiskví.

Verð á fóðri fyrir áframeldisþorsk árin 2003-2009 hefur verið um 40-50 kr/kg og er þá miðað við verðlag ársins 2009. Hér er um að ræða heildarkostnað þ.e.a.s. innkaupsverð, flutnings- og geymslukostnað. Meðal fóðurstuðullinn við að auka þyngd fisksins um eitt kíló lækkaði úr tæpum 240 kr árið 2003 í um 145 kr árið 2007 samhliða lækkun á fóðurstuðli. Á árinu 2008 hækkaði fóðurstuðullinn aftur á móti upp í 285 kr/kg og er ástæðan aðallega mikil hækkun á fóðurstuðli en lækkaði aftur árið 2009 samhliða lækkun í fóðurstuðli. Meðal fóðurstuðullinn fyrir árin 2003-2009 var um 220 kr/kg á verðlagi ársins 2009.

Á árunum 2005-2008 var föngunar-, fóður- og launakostnaður á bilinu frá 190 kr/kg upp í 285 kr/kg og er þá miðað við sláturþyngd á verðlagi ársins 2009. Vegið meðaltal árinna 2005-2008 var um 235 kr/kg. Stærsti kostnaðarliðurinn í áframeldi á þorski er fóðurstuðullinn. Þeir þættir sem hafa áhrif á fóðurstuðullinn eru fóðurstuðullinn, fóðurstuðull og lífþungaaukning á fiskinum í eldi. Fóðurstuðullinn er allt frá um 100 kr/kg upp í um 160 kr/kg. Lífþungaaukningin lækkaði úr 2,5 kg á fisk árið 2005 niður í 1,7 kg árið 2008.

Mikilvægt er að lækka fóðurstuðullinn, hugsanlega með því að þróa hentugt tilbúið fóður fyrir áframeldisþorsk, s.s. þurrfóður sem bleytt yrði upp í fyrir gjöf. Einnig mætti kanna möguleika á að fóðra áframeldisþorsk með lifandi fæðudýrum sem hægt væri að fanga í nágrenni við eldiskvíar. Með tilliti til fóðurstuðullinn er best að fanga þorsk um vorið strax eftir hrygningu og ala í um 6 mánuði við hagstæðan hita og áður en hann þroskar kynkirtla.

---

## ABSTRACT

Valdimar Ingi Gunnarsson & Björn Björnsson 2011. Feed and feeding of wild farmed cod. *Marine Research in Iceland* 157: 21-87

The Marine Research Institute cod quota project has been operating from the year 2002. This report summarizes the results of the feed and feeding of wild farmed cod in 2002-2008 based on data collection from 18 cod farms involved in the project and interviews of employees. The present results were also compared with those found in published studies. In the appendices there is advice about feed and feeding of wild farmed cod.

In the years 2002-2009 a total of 15.800 tons of whole fish was used to feed wild farmed cod, around 2.000 tons per year. Total quantity of capelin was 10.000 tons and herring about 4.300 tons. The average energy content of feed for on-growing of cod ranges from 8.2 up to 9.5 MJ/kg.

In the first year of the cod quota project the average feed conversion factor was 13 mainly due to high mortality and overfeeding. In the years 2003-2005 the average feed conversion factor was 5.0 and decreased to 3.8 in 2007. In 2008 the feed conversion factor increased to 6.8 due to high mortality and came down to 4.8 in 2009. The average feed conversion factor for the period 2002-2009 was 4.8 and the average energy requirement to produce each kg of cod about 40 MJ.

There can be many reasons for a high feed conversion factor:

- Low protein ratio in feed
- Too low or too high fat content in feed
- Overfeeding, especially during the spawning season
- Mortality, especially immediately before slaughtering
- Maturity, especially when the fish are slaughtered soon after spawning
- Long rearing time

Several methods have been used to feed wild farmed cod:

- Feed pen with frozen blocks of feed inside sea cage
- Frozen blocks of feed released directly into sea cage
- Hand feeding of fresh or thawed feed directly into sea cage

At most farms, more than one feeding technique has been used. Hand feeding was used in the early years of the cod quota project but is not common today. For some time a feed pen was mainly used, but now it is more common to release frozen blocks of feed directly into sea cages.

Average prices of feed for wild farmed cod in 2003-2009 at prices of 2009 were 40-50 kr/kg, including purchase price, shipping and storage costs. Average feed cost to produce each kilogram of the fish has dropped from almost 240 kr in 2003 to 145 kr in 2007 paralleling reduction in feed conversion factor. In 2008, higher feed costs, up to 285 kr/kg, were mainly due to a sharp rise in the feed conversion factor and decreased again in 2009 with a reduction in feed conversion factor. Average feed costs for the years 2003-2009 were 220 kr/kg at the 2009 prices.

Based on slaughtered weight the capture, feed and labor costs ranged from 190 kr/kg up to 285 kr/kg in 2005-2008 at the 2009 prices. The weighted average for 2005-2008 was 235 kr/kg. The biggest single cost in on-growing of cod is the feed cost. The factors that affect feed cost are price of feed, feed conversion factor and weight gain. Feed costs were from 100 kr/kg to 160 kr/kg. Weight gain of wild farmed cod in 2005 was 2.5 kg and decreased to 1.7 kg in 2008.

It is important to reduce feed costs, possibly by developing a suitable formulated feed for wild farmed cod, such as dry feed which could be moisturized before feeding. The feasibility of attracting or capturing live feed in the neighbourhood of sea cages should be studied. With regard to feed costs it is best to capture the cod immediately after spawning and feed them in sea cages for about 6 months.

---



## 1. Inngangur

### 1.1 Markmið og gagnaöflun

#### Markmið

Í skýrslunni er fjallað um fódur og fódrun á áframeldisþorski og er hún hluti af þorskeldiskvótaverkefni Hafrannsóknastofnunar sem hefur verið starfrækt frá árinu 2002. Megin markmið með útgáfu skýrslunnar er að bæta fódurnýtingu og lækka fódurkostnað hjá fyrirtækjum með áframeldi á þorski. Undirmarkmið er að gefa út leiðbeiningar um:

- Val á fódri og meðhöndlun á því
- Fódrun á áframeldisþorski
- Verklag til að lækka fódurstuðul

#### Afmörkun

Mismunandi fódurgerðir hafa verið notaðar í þorskeldi: heill fiskur (20-35% þurrefni), hakkadur fiskur eða fiskúrgangur með vítamínum og mismunandi magni af bindiefni og þurrfóður. Í þessari skýrslu er megináhersla lögð á að gera grein fyrir fódrun á áframeldisþorski með heilum fiski en lítillega sagt frá tilraunum með notkun á þurrfóðri (90% þurrefni), deigfóðri (50-60% þurrefni) og votfóðri (30% þurrefni).

#### Gagnaöflun

Upplýsinga hefur verið aflað víða. Í fyrsta lagi byggir skýrslan á birtum og óbirtum gögnum úr þorskeldiskvótaverkefninu. Árlega hafa meginniðurstöður verið birtar í skýrslum sem gefnar hafa verið út sem fjölrit Hafrannsóknastofnunar og á síðustu árum undir ritröðinni Hafrannsóknir (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2003, 2005, 2006, 2007b, 2008, 2009a, 2010a). Skýrslurnar byggja á gagnaöflun 18 þorskeldisfyrirtækja (mynd 1.1). Í öðru lagi hefur verkefnisstjóri þorskeldisverkefnisins farið út í eldiskviar, fylgst með verklagi og rætt við eldismenn. Í þriðja lagi hefur farið fram heimildaleit um fódur og fódrun á þorski og öðrum tegundum.

### 1.2 Notkun á votfóðri og þurrfóðri

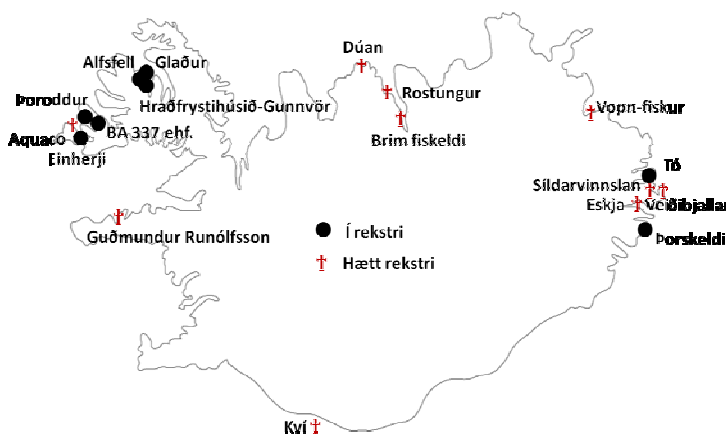
#### Notkun á votfóðri

Aðeins einu sinni hefur votfóður verið notað til að fódra áframeldisþorsk hér á landi og þá á vegum Hraðfrystihússins

Gunnvarar hf. (HG) og Glaðs ehf. í Skutulsfirði árið 2001. Vöxturinn var slakur sem skýrist af því að fiskurinn tók fódrið af litlum krafti (Hjalti Karlsson 2002; Hjalti Karlsson og Kristján G. Jóakimsson 2002). Ein skýring fyrir slakri fódurtöku í áðurgreindri tilraun kann að vera að fiskurinn var fódraður á loðnu og sandsíli áður en tilraunin hófst (Jón Örn Pálsson 2009). Aðrar erlendar rannsóknir hafa sýnt fram á að hægt er að ná góðum vexti á þorski sem fódraður var með votfóðri (Jobling o.fl. 1991; Nilsen 1991; Provencher o.fl. 1995). Í aleldi á þorski hefur náðst sambærilegur árangur með fódrun á þurrfóðri og votfóðri (Hemre o.fl. 2000).

#### Notkun á þurrfóðri

Erfiðlega hefur reynst að venja stóran villtan þorsk (>50 cm) á að éta þurrfóður hér á landi (Björn Gíslason & Bergur Guðmundsson 2001; Hjalti Karlsson 2002). Mörg innlend fyrirtæki, svo sem Hraðfrystihúsið Gunnvör hf., Þóroddur ehf., Síldarvinnslan hf., Þorskeldi ehf. og Guðmundur Runólfsson hf., hafa gert tilraun til að fódra áframeldisþorsk með þurrfóðri en með takmörkuðum árangri. Árangurinn af að fódra áframeldisþorsk með þurrfóðri hefur einnig verið takmarkaður í Kanada og Noregi (Murphy 2002; Hendry 2003b; Bjørnevik og Eliassen 2007). Á vegum SVN var gerð tilraun með að fódra áframeldisþorsk (700 g) í 6 mánuði með þurrfóðri sem blandað var saman með loðnu-



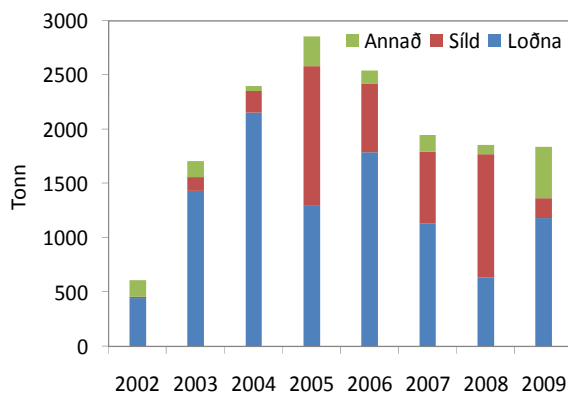
Mynd 1.1. Staðsetning fyrirtækja sem hafa fengið úthlutað aflaheimildum til þorskeldis á árunum 2002-2009. Svartur hringur merkir fyrirtæki í rekstri en rauður kross fyrirtæki sem höfðu hætt starfsemi í lok ársins 2009.

Figure 1.1. Location of cod farms in Iceland with allocated cod quota for on-growing in 2002-2009. The black circles are cod farms in operation and crosses farms that have ceased operation.



Mynd 1.2. Aleldisporskur hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. fóðraður með því að blása þurrfóðri út í eldiskví (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 1.2. Feeding of farmed cod at Hraðfrystihúsid Gunnvor Ltd. Blow spreader used to deliver dry feed into cage (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 2.1. Fóðurnotkun þorskeldisfyrirtækja eftir fisktegundum árin 2002 til 2009.

Figure 2.1. Quantity of feed (capelin blue, herring red and other feed green) used for on-growing of wild farmed cod in the years 2002 to 2009.

hrognum og blóðvatni úr loðnu. Niðurstaðan var sú að u.þ.b. 1/3 af fiskinum tók ekki þurrfóður (Sindri Sindrason 2007; Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2008). Í Noregi hafa verið gerðar tilraunir með að bleyta upp í þurrfóðri með ferskvatni en þrátt fyrir það tóku um 40% fiskanna ekki fóðrið eftir um þrjá mánuði í eldi (Sæther o.fl. 2009). Hjá Þóroddi hefur tekist að venja hluta af þorskinum á þurrfóður (allt að 50% af fjölda) með því að bleyta upp í fóðrinu áður en það var gefið (Jón Örn Pálsson 2009).

### 1.3 Notkun á heilum fiski til fóðrunar í áframeldi

Það eru bæði kostir og ókostir við að nota heilan fisk við fóðrun á áframeldisporski. Kosturinn er

að mun auðveldara er að fá villtan fisk til að taka heilan fisk en votfóður eða þurrfóður. Það tekur því styttri tíma að venja fiskinn á fóðrið sem er sérstaklega mikilvægt þegar eldistíminn er stuttur. Það eru líka ókostir við að nota heilan fisk sem fóður (Ottolenghi o.fl. 2004; Jón Örn Pálsson 2009):

- Aðgengi að fóðrinu er ótryggara og það er ekki stöðugt framboð allt árið.
- Það þarf mikið frystirými til að geyma fóðrið með tilheyrandi kostnaði.
- Næringarefnainnihaldið getur verið breytilegt eftir því á hvaða árstíma fiskurinn er veiddur.

## 2. Fóður

### 2.1 Fóðurnotkun þorskeldisfyrirtækja

#### Fóður hjá þorskeldisfyrirtækjum

Þorskur í áframeldi er aðallega fóðraður með frosnum uppsjávarfiski (mynd 2.1). Heildarfóðurnotkun á ári á árunum 2003-2009 hefur verið frá 1.700 tonnnum upp í tæp 2.900 tonn, nema árið 2002 þegar þorskeldisverkefnið hófst en þá var fóðurnotkunin um 600 tonn. Samtals hafa verið notuð rúm 15.800 tonn af heilum fiski til að fóðra áframeldisporsk eða að meðaltali um 2.000 tonn á ári. Megnið af hráefninu sem notað er til áframeldis á þorski er frosið og aðeins lítilsháttar magn af fersku hráefni er tekið beint í fóðrun. Þorskeldisfyrirtæki hafa almennt notað tiltölulega feitt fóður (mynd 2.2). Meðalorkuinnihald fóðursins hefur verið frá 8,2 upp í 9,5 MJ/kg, hæst árið 2008 en þá var mikið fóðrað með feitri síld (mynd 2.3).

#### Loðna

Í áframeldi á þorski hefur mest verið notað af loðnu um 10.000 tonn yfir tímabilið 2002-2009 sem eru tæp 65% af heildarmagni (mynd 2.1). Hér er að mestu leyti um að ræða loðnu sem hefur verið fryst í 9 kg öskjur. Loðnan hefur að jafnaði verið 11-12% feit og því yfirleitt veidd eftir áramótin eftir að fituinnihald í henni hefur lækkað umtalsvert. Þurrefnisinnihald loðnunnar (fita + prótein) hefur verið um 25% árin 2006-2009 (mynd 2.2) og orkuinnihaldið um 8 MJ/kg (mynd 2.3).

#### Síld

Yfir tímabilið 2002-2009 voru notuð um 4.300 tonn af síld að mestu leyti fryst í 9 kg öskjur. Fituinnihald í síld hefur að jafnaði verið 16-18%

og hún því veidd á þeim tíma sem hún er einna feitust. Orkuinnihald síldar hefur verið um 11 MJ/kg og þurrefnisinnihald tæp 35%.

### Aðrar tegundir

Margar aðrar tegundir hafa verið notaðar sem fóður fyrir áframeldisþorsk og í því sambandi má nefna sandsíli, kolmunna, smokkfisk, norrænu gulldeplu, makríl, brisling, sára, rækju, grásleppu og steinbítasfukurð ásamt afgangsbeytu og beytuafsfukurð, samtals 1.460 tonn. Mest hefur verið notað af innfluttu sandsíli um 760 tonn en hér er um að ræða gamla beytu eða of smáa sem hefur ekki hentað sem agn. Af öðrum tegundum er mun minna magn.

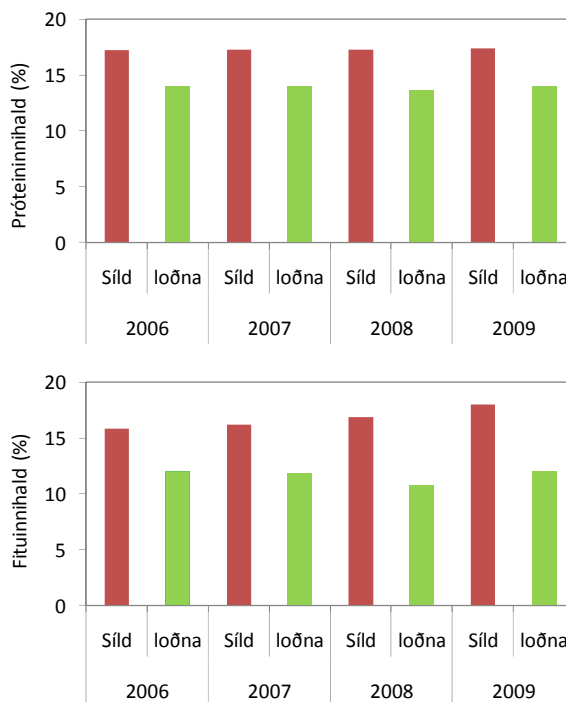
## 2.2 Nýjar tegundir

### Fjölga þarf valkostum

Það getur stundum verið erfitt að fá hefðbundið fóður til að fódra áframeldisþorsk s.s. vegna aflabrests eða að mikil eftirspurn er eftir viðkomandi tegund til manneldis sem getur einnig haft mikil áhrif á verð. Það er því mikilvægt að auka fjölbreytileikann í vali á fóðri fyrir áframeldisþorsk. Benda má á hugsanlega möguleika á að nýta ljósátu, sandsíli, norrænu gulldeplu, laxsíld, spærling og grásleppu í þessu skyni. Fleiri tegundir koma einnig til greina eins og fjölmargar miðsjáartegundir (mesopelagic) (Gjøsæter og Kawaguchi 1980) og rauðáta en hún er þó of smá til að gefa áframeldisþorski heila og ómeðhöndlaða.

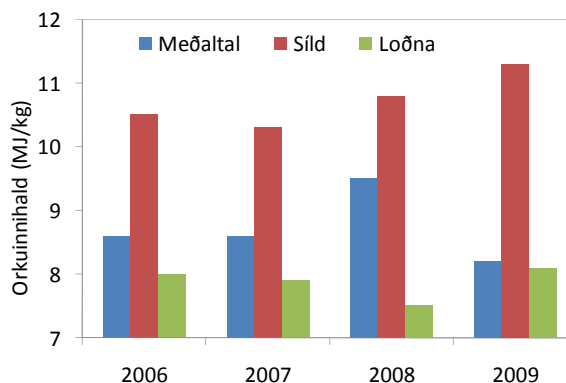
### Ljósáta

Á Íslandi eru einkum þrjár tegundir ljósátu: náttlampi (*Meganyctiphanes norvegica*), augnsíli (*Thysanoessa inermis*) og agga (*Thysanoessa raschii*). Engin veiði er á ljósátu hér á landi en í Kanada hafa þessar tegundir verið nýttar. Ljósáta er smávaxin að hámarki 3-4 cm að lengd og er náttlampi þeirra stærst (Nicol og Endo 1999). Það er því líklegt að töluvert fóður færi til spillis ef hún yrði gefin heil í áframeldi. Að öllu jöfnu er miðað við að framleiða fiskimjöl og lýsi úr ljósátu sem síðan er notað til að framleiða þurrfóður. Ljósáta hentar vel sem hráefni í fóður fyrir fisk og hefur jákvæða áhrif á fóðurtöku og vöxt (Storebakken 1988; Moren o.fl. 2006). Aftur á móti er koparinnihald í mjöli hjá sumum tegundum ljósátu yfir viðmiðunarmörkum Evrópusambandsins sem takmarkar notkun þess í þorskafóðri (Opstad



Mynd 2.2. Meðal próteininnihald (efri mynd) og fituinnihald (neðri mynd) í síld og loðnu hjá þorskeldisfyrirtækjum með áframeldi á þorski árin 2006-2009.

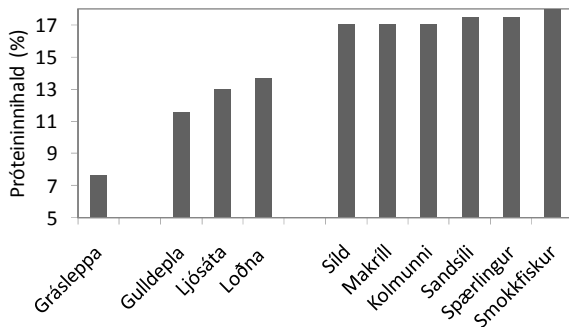
Figure 2.2. Average protein and fat content in herring (red column) and capelin (green column) used at cod farms for on-growing of wild farmed cod in 2006 to



Mynd 2.3. Orkuinnihald í fóðri fyrir áframeldisþorsk árin 2006-2009.

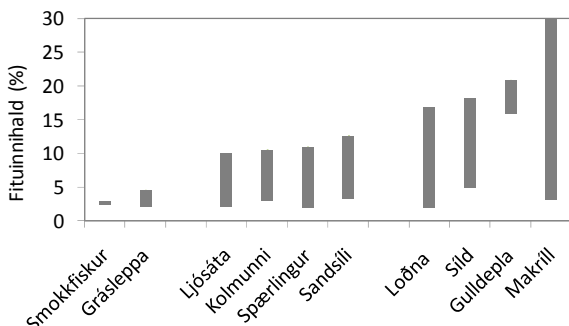
Figure 2.3. Average energy contents of feed (blue column) for on-growing of cod, capelin (green column) and herring (red column).

o.fl. 2006). Flúorinnihald í sumum tegundum ljósátu er einnig hærra en viðmiðunarmörk Evrópusambandsins. Það hefur aftur á móti komið fram í rannsóknum að hátt innihald flúors í ljósátumjöli skilar sér ekki í hold eða líffæri fiska sem aldir eru í sjó (Waagbø o.fl.



Mynd 2.4. Próteininnihald hjá nokkrum fisktegundum. Miðað er við heilan fisk nema hjá grásleppu þar er búið að fjarlægja hrognin.

Figure 2.4. The protein content in whole fish, except lumpfish where the roe have been removed.



Mynd 2.5. Árstíðabreytilegt fituinnihald hjá nokkrum fisktegundum. Miðað er við heilan fisk nema hjá grásleppu þar sem búið er að fjarlægja hrognin.

Figure 2.5. The fat content in whole fish, except lumpfish where the roe has been removed.

2006; Moen o.fl. 2007).

### Norræn gulldepla

Norræn gulldepla (*Maurolicus muelleri*) er lítill fiskur, 2,5-9 cm að lengd. Tilraunaveiðar hófust árið 2008 og voru veidd um 46 þús. tonn árið 2009 (Hafrannsóknastofnunin 2010). Kosturinn við gulldeplu er að hún fer eingöngu til bræðslu í dag og hefur fram að þessu ekki verið nýtt til manneldis. Með tilliti til verðs getur því gulldepla verið heppileg sem fóður fyrir áframeldisþorsk. Í lok ársins 2009 hófust tilraunir með gulldeplu sem fóður fyrir áframeldisþorsk á vegum Hraðfrystihússins Gunnvöru hf.

### Laxsíld

Nokkrar tilraunir hafa verið gerðar til að veiða laxsíld hér við land og sú síðasta árið 2006. Meginuppistaða aflans voru tvær tegundir

laxsílda, langalaxsíld (*Notoscopelus kroeyeri*) og ísalaxsíld (*Benthoosema glaciale*). Ísalaxsíldin er mun smærri, (4-8 cm) en langalaxsíldin (7-16 cm). Í bæði fjölda og þyngd var mun meira af fyrrgreindu tegundinni (Anon 2007). Niðurstöður rannsókna benda ekki til að hægt sé að stunda arðbærar veiðar á laxsíld með hefðbundnum veiðarfærum (Anon 2007; Lamhauge o.fl. 2008).

### Spærlingur

Spærlingur (*Trisopterus esmarki*) er tiltölulega smár fiskur og á árunum 1974-1976 var meðallengd hans í veiði rúmur 18 cm. Spærlingsafla er oftast blandaður öðrum afla s.s. smávöxnum kolmunna (Össur Kristinsson og Emilía Marteinsdóttir 1977). Spærlingsveiðar eru mjög litlar á Íslandi og nam aflinn um 60 tonnum fiskveiðiárið 2009/2010 (Fiskistofa 2010).

### Sandsíli

Þrjár tegundir af sandsíli eru hér við land, en marsíli (*Ammodytes marinus*) er langalgengast. Tilraunaveiðar voru reyndar á árunum 1978-1980 og reyndist aukaafli vera talsvert vandamál og var því tilraunum hætt 1981. Meðallengd var yfirleitt 13-17 cm (Eyjólfur Friðgeirsson 1983). Veiðar á sandsíli eru ekki stundaðar við Ísland í dag.

### Grásleppa

Árlega er ekki nýtt talsvert magn af grásleppu (*Cyclopterus lumpus*) sem oft er hent eftir að búið er að nýta hrognin. Árið 2009 veiddust um 5.600 tonn af grásleppu sem er rétt undir meðalaflla árunna 1971-2008 (Hafrannsóknastofnunin 2010). Hráefnið er hægt að fá ókeypis eða á lágu verði í einhverjum tilvikum. Galli við grásleppu sem fóður fyrir þorsk er að þurrefnisinnihaldið er lágt (kafli 2.3). Einnig þarf að skera hana niður í hæfilega bita og erfitt að nýta hausinn sem fóður.

## 2.3 Orku- og efnainnihald

### Próteininnihald

Próteininnihald er mjög mismunandi eftir fisktegundum (mynd 2.4) og er lægst hjá grásleppu aðeins tæp 8%, í meðallagi hjá gulldeplu, ljósátu og loðnu er 12-14% og hæst hjá hjá síld, makríl, kolmunna, sandsíli, spærling og



smokkfiski 16-18%. Mikill breytileiki getur þó verið í einstökum mælingum.

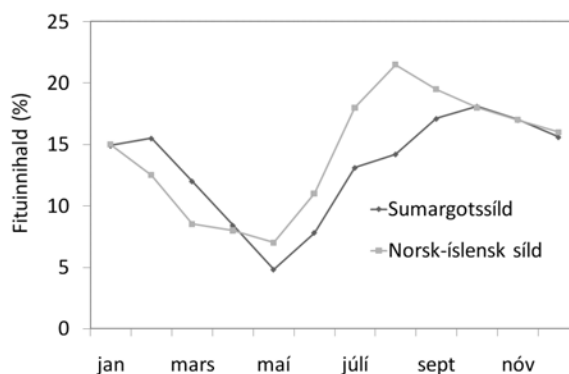
### Fituinnihald

Hlutfall fitu er mjög breytilegt eftir fisktegundum og árstíma (mynd 2.5). Flokka má smokkfisk og grásleppu sem magrar tegundir með undir 5% fituinnihald, ljósátu, kolmunna, spærling og sandsíli sem millifeitar tegundir með miklum breytileika í fituinnihaldi eftir árstíma en loðnu, síld, makríl og norrænu gulldeplu sem feitar tegundir með mjög mikinn breytileika í fituinnihaldi eftir árstíma. Það vantar gögn fyrir gulldeplu yfir þann tíma sem fituinnihald er lægst.

**Síld:** Próteininnihald í heilli síld (*Clupea harengus*) er yfirleitt 15-19% (Anon. 1998; Stroud 1972; Rósa Jónsdóttir o.fl. 2007). Sú síld sem áframeldisþorskur hefur verið fóðraður með hjá þorskeldisfyrirtækjum hefur að jafnaði verið með um 17% próteininnihald. Við flökun á síld er hægt að nýta afskurð sem fóður fyrir áframeldisþorsk. Í einni mælingu mældist próteininnihald afskurðar að meðaltali 16,4% og var hæst í sviljum og hrognum vel yfir 20% (Østvik o.fl. 2008).

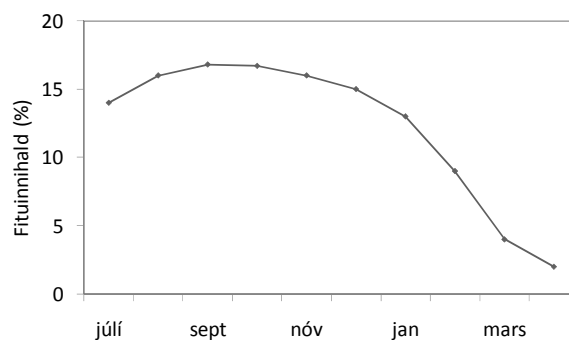
Miklar sveiflur eru í fituinnihaldi kynþroska síldar eftir árstíma. Í ágúst fitnar íslenska sumargotsíldin hratt eftir hrygningu í júlí og verður yfirleitt feitust í október en stundum í september og nær þá um 18% fituinnihaldi m.v. 250-330 g fiska. Eftir það fer fitan smám saman minnkandi og er lægst í maí um 5% (mynd 2.6). Síldin er misfeit á milli ára og getur munurinn verið allt að 5% á haustin (Sigurður Einarsson 1988). Norsk íslenska síldin bætir fyrr á sig holdum og er komin yfir 20% fituinnihald í lok sumars (mynd 2.6). Nokkur munur er á fituinnihaldi eftir stærð og mældist lítil síld (< 200g) með 14,0% fitu þegar fituinnihald hjá stærri síld var 18,6% (Falch o.fl. 2002).

**Loðna:** Próteininnihald í heilli loðnu (*Mallotus villosus*) er um 14% (13,8-14,2) skv. íslenskum gagnagrunni Matís (ÍSGEM) og um 13,5% (12,9-14,1) samkvæmd norskum gagnagrunni (NIFES). Um sumarið fitnar loðnan hratt og verður feitust í september og október með um 17% fituinnihald. Eftir það fer fitan smám saman minnkandi og er lægst í lok vertíðar í mars um 1-2% (mynd 2.7). Loðnan er misfeit á milli ára og getur munurinn í fituinnihaldi verið



Mynd 2.6. Fituinnihald (%) í heilli síld eftir mánuðum, byggt á meðaltölum fyrir íslensku sumargotssíldina á tímabilinu 1979-1987 (Sigurður Einarsson 1988) og fyrir norsk-íslensku síldina á tímabilinu 1984-2004 ([www.fhl.no/book/Sild/index.html](http://www.fhl.no/book/Sild/index.html)).

Figure 2.6. The fat content in whole herring according to months. The results are averages for summer-spawning herring for the years 1979-1987 (Sigurður Einarsson 1988) and Norwegian spring spawning herring for the years 1984-2004.



Mynd 2.7. Fituinnihald (%) í heilli loðnu eftir mánuðum, byggt á meðaltali árána 1972-1993 (Hjálmar Vilhjálmsson 1994).

Figure 2.7. The fat content in whole capelin according to months, based on averages for the years 1972-1993 (Hjálmar Vilhjálmsson 1994).

3-7% á veturna og enn meiri á haustin (Hjálmar Vilhjálmsson 1994).

**Makríl:** Próteininnihald í heilum markíl (*Scomber scombrus*) er 14-18% (Anon. 1998) eða 16,9% (15,7-17,6) skv. norskum rannsóknnum (NIFES). Próteininnihald í flökum mældist að meðaltali 18,7% (Anon. 1989). Fituinnihald er lægst 3% á vorin og getur farið upp í 30% á haustin (Anon. 1998). Töluverður munur getur verið í fituinnihaldi eftir fiskstærð og mældist það um 27% hjá 200-400 g makríl og um 35% hjá stærri fiski (>600 g) (Falch o.fl. 2002).



Mynd 2.8. Frosin panna af norrænu gulldeplu tilbúin til fódrunar (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 2.8. Frozen bloc of pearlside as feed for wild farmed cod (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

**Kolmunni:** Próteininnihald í flaki kolmunna (*Micromesistius poutassou*) er að meðaltali 18,2% (Anon. 1989). Fitufrítt þurrefni í heilum kolmunna er um 18,3% (Jóhann Guðmundsson 1973) og má því gera ráð fyrir að próteininnihald sé 16-17% í heilum fiski þegar búið er að taka tillit til öskuinnihalds. Fituinnihald í heilum kolmunna er lægst um vorið 2-4% og hæst á haustin um 10% (Björn Dagbjartsson 1974a).

**Sandsíli:** Próteininnihald hjá heilu sandsíli er 16,4-18,5% og fituinnihald mismunandi eftir árstíma (3,3-12,6%) (Rósa Jónsdóttir o.fl. 2007). Mælingar á marsíli hér við land á árunum 1978-1982 sýna að fituinnihald er lægst í maí um 1% og hækkar upp í 6,6-9,5% í ágúst en þá fer sílið að byggja upp kynkirtla og horast (Eyjólfur Friðgeirsson 1983).

**Spærlingur:** Á vorin er fituinnihaldið lægst 1-2%, en á haustin er það hæst, allt upp í 11%. Fitufrítt þurrefni í spærlingi er um 19% (Össur Kristinsson og Emilía Martinsdóttir 1977) og má því gera ráð fyrir að próteininnihald sé um 17-18% þegar búið er að taka tillit til öskuinnihalds.

**Sári:** Kyrrahafssári (*Cololabis saira*) er með hátt próteininnihald um 21,8% en breytilegt fituinnihald eftir árstíma að meðaltali 8,6% m.v. slægðan fisk (Anon. 1989). Í heilum fiski er próteininnihaldið lægra og seinni part sumars getur fituinnihaldið orðið allt að 18% (Ota o.fl. 1980).

**Norræn gulldepla:** Samkvæmt efnamælingum sem gerðar hafa verið af Rannsóknáþjónustu Vestmannaeyja í desember er próteininnihald

12,3% og fituinnihald 20,9% og er þá miðað við heilan fisk. Í mars er próteinið 10,9% og fitan 15,9%. Hér er um að ræða tiltölulega fáar mælingar og skortur er á mælingum þegar fituinnihald er lægst seinnihluta vetrar eða á vorin. Mælst hefur 5,2% fita og 13,5% prótein í einni mælingu en ekki er getið um á hvaða árstíma sýnið var tekið (Spitz o.fl. 2010). Fituinnihald (orkuinnihald) eykst eftir því sem fiskurinn er stærri (Ikeda 1996).

**Ísalaxsíld:** Takmarkaðar mælingar eru af efnainnihaldi ísalaxsíldar. Mælst hefur 13,9% prótein og 7,5% fita í 2-5 cm ísalaxsíld (Spitz o.fl. 2010). Í júní var 24-28% fituinnihald í 4-6 cm ísalaxsíld m.v. þurrefnisinnihald (Hildur Pétursdóttir o.fl. 2008). Miðað við blautvigt er þetta svipað fituinnihald og í mælingu Spitz o.fl. (2010). Í september var mun herra fituinnihald í ungvíði laxasíldar (1-2 cm) eða um 55% af þurrefnisinnihaldi (Sabatés o.fl. 2003).

**Grásleppa:** Próteininnihald á heilli grásleppu án hrognar er um 7,6% og fituinnihald að meðaltali 3,7%. Hæst er fituinnihald í mars, um 4,5% og lækkar niður í um 2% í júní (Júlíus Guðmundsson og Jónas Bjarnason 1973).

**Smokkfiskur:** Próteininnihald hjá heilum smokkfiski er um 18% en fituinnihald er lágt (2,4-2,9%) (Rósa Jónsdóttir o.fl. 2007). Aðrar mælingar á nokkrum tegundum smokkfiska sýna að fituinnihald er lágt (< 2%) og próteininnihald tiltölulega hátt (16-20%) (Croxall og Prince 1982).

**Ljósáta:** Miklar mælingar hafa verið gerðar á efnainnihaldi krill (*Euphausia superba*), ljósátu sem veiðist við Suðurheimskautið og er próteininnihaldið lágt eða 13,0% (11,9-15,4) og fituinnihald 2,8% (1,3-5,1) (Grantham 1977). Náttlampi hefur svipað efnainnihald og krill (Storebakken 1988) en bæði augnsíli og agga eru feitari og getur fituinnihald náð allt að 10% af heildarþyngd. Hæst er fituinnihaldið um haustið og fyrrihluta vetrar en lægst á vorin, undir 2-3% (Sæther o.fl. 1986).

**Rækja:** Próteininnihald á heilli rækju (*Pandalus borealis*) er um 15,2% (Anon. 1989). Rækja er tiltölulega mögur og mælist fita um 1,1-3,6% (Krzynowek og Murphy 1987).

**Steinbítasfiskurður:** Próteininnihald roðflettra flaka steinbítis (*Anarhichas lupus*) er um 18% og fituinnihald nær allt upp í 1,0-3,0% þegar hann er feitastur. Fituinnihald er mismunandi eftir staðsetningu á flaki og er um 0,9% í aðalvöðva og 4,3% í þunnildi (Björn Dagbjartsson 1974b;

Kristín Anna Þórarinsdóttir 2010). Til þorskeldis hjá Þóroddi ehf. (Þórsberg hf.) hefur aðallega verið notuð þunnildi og beinagarðar með próteininnihaldi 13,3-14,9% og fituinnihaldi 2,1-3,6% (Jón Örn Pálsson 2005).

### Vítamín

Þegar eingöngu er notuð síld og makrill næst ekki að fullnægja vítamínþörf fiskisins fyrir C og E vítamín (Håstein o.fl. 2007). Vítamín B1 (thiamin) og E eru í takmörkuðum mæli eða varðveitast illa í fiskum og hryggleysingum. Bæði vítamínin brotna fljótt niður í dauðum fiski og einnig í geymslu í frysti (Bernard og Allen 2002). Feitar fisktegundir eins og síld og loðna innihalda ensímið thiaminase sem brýtur niður B1 vítamín við geymslu á fersku hráefni. Skortur á B1 gat m.a. valdið breytingum á sundhegðun hjá laxi sem fóðraður var með heilum fiski áður en þurrfóðurnotkun varð almenn. Það vantar upplýsingar um áhrif vöntunar á B1 vítamíni í fóðri á vöxt og viðgang þorsks (Anon. 2007; Håstein o.fl. 2007). Einkenni thiamin skorts er streitukennt atferli, fiskurinn er viðkvæmari fyrir áreiti, blæðingar í uggum, ljós/dökkur roðlitur og aukin afföll (Waagbø o.fl. 2001).

## 2.4 Öryggi fóðurs

### Hugsanleg sýkingarhætta af fóðri

Þegar notaður er ferskur heill fiskur við fóðrun á áframeldisþorski er sá möguleiki fyrir hendi að hugsanlegir sjúkdómsvaldar sem kunna að leynast í fóðrinu geti sýkt fiskinn. Líkur á að það geti gerst eru þó ekki taldar miklar. Við náttúrulegar aðstæður er auðveldast fyrir þorsk að fanga fisk með skertan lífsþrótt s.s. vegna sjúkdóma. Við fóðrun í áframeldi er hlutfall sýktra fiska lægra hlutfall fæðunnar og því ætti sjúkdómaáhættan að vera minni en hjá villtum fiski. Þrátt fyrir að búið sé að fóðra lax og þorsk í áratugi með heilli loðnu er ekki vitað til þess að fóðrið hafi verið valdur að sjúkdómi (Anon. 2007; Håstein o.fl. 2007).

Í Noregi er talin aðal áhættan af völdum veirunnar *Viral Hemorrhagic Septicaemia Virus* (VHSV) í þeim tilvikum sem síld er veidd á sýktum svæðum og notuð sem fóður fyrir áframeldisþorsk. Frysting á hráefni er ekki mjög virk aðferð til að drepa veirur og bakteríur. Sýrumeðhöndlun (pH <4) og upphitun (85°C) í 25 mínútur drepur aftur á móti

allar bakteríur og gerir flestar veirur óvirkar (Anon. 2010).

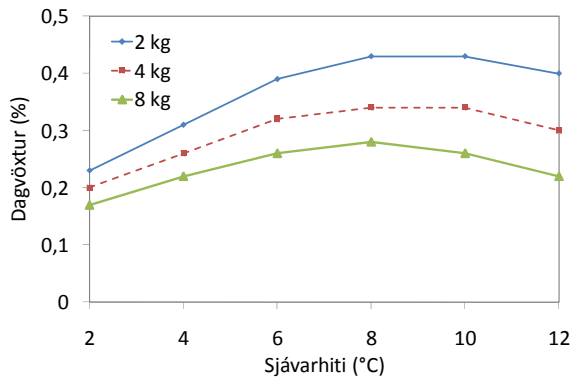
### Sníkjudýr - Hringormar

Tekist hefur að sýkja þorsk af selormi (*Pseudoterranova decipiens*) við fóðrun með dýrasvifi (McClelland 1995). Urriði og regnbogasilungur hafa sýkst af hvalormi (*Anisakis sp.*) við fóðrun með fersku sýktu fóðri (Wootton og Smith 1975; Santamarina o.fl. 1994). Selormur er algengari í botnfiskum og hvalormur hefur fundist í uppsjávarfiskum eins og í síld, loðnu, síli og kolmunna (Erlingur Hauksson 1986, 1992a; Jónbjörn Pálsson og Beverley-Burton 1984; Sanimartin o.fl. 1989). Hringormar er að finna í þorskfiskum, flatfiskum og fleiri fisktegundum (Erlingur Hauksson 1992a; Droplaug Ólafsdóttir 2001) sem fara í vinnslu hér á landi en nýta má afskurð þessara tegunda sem fóður fyrir þorsk. Mest af hringormum er í slógi og með því að nýta ekki slóg úr fiskinum er hægt að draga verulega úr líkum á sýkingu í eldisfiski (Lunestad og Berland 1997). Til að koma í veg fyrir að hringormar berist í eldisfisk er hægt að frysta hráefnið fyrir notkun við -18°C í 24 klukkustundir en við það drepast þeir (Erlingur Hauksson 1992b; Anon. 2007).

### Sníkjudýr - *Ichthyophonus hoferi*

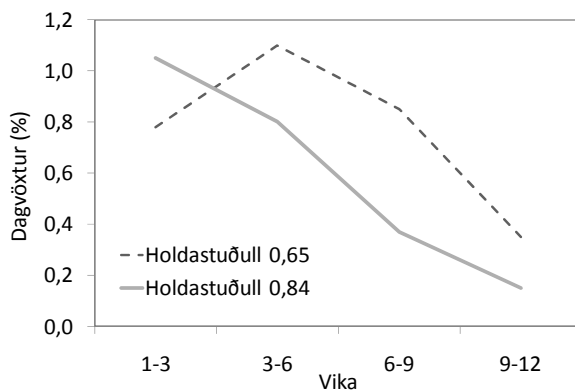
Sníkjudýrið *Ichthyophonus hoferi* er svipudýr (*Choanoflagellata*) sem hefur fundist í síld og mörgum öðrum fisktegundum. Sníkkillinn hefur valdið skaða í t.d. silungselði þar sem notaður var fiskúrgangur og eldi á Eystrasaltþorski með fóðrun á ferski síld (Nylund 1999). Mismunandi er eftir tegundum hve næmar þær eru fyrir sýkingu, en tiltölulega litlar líkur eru taldar á því að þorskur sýkist þar sem í náttúrunni getur hann dafnað vel á sýktri síld (Kohler 1964). Í þeim tilvikum sem það kemur upp er hætta á útbreiðslu smits í eldinu lítil og getur aðeins gerst við sjálfrán (Rosnes & Langvad 1993; Anon. 2007). *Ichthyophonus* hefur fundist í fjölmörgum fisktegundum og uppsjávarfiskum eins og kolmunna, makríl og síld (Nylund 1999; Salte 1997). Talið er að hægt sé að drepa sníkjudýrið með frystingu (Salte 1997). Tíðni sýkinga af *Ichthyophonus hoferi* í íslenskri sumargotssíld hefur mælst mjög há eða 34% á aðalveiðisvæðinu árin 2008-2009, en á öðrum svæðum frá 7% upp í 70% (Guðmundur J. Óskarsson og Jónbjörn Pálsson 2009). Í





Mynd 3.1. Áætlaður dagvöxtur hjá þorski eftir þyngd og sjávarhita (byggt á Björn Björnsson o.fl. 2007).

Figure 3.1. Estimated daily growth rate according to fish weight and sea temperature (based on Björn Björnsson o.fl. 2007).



Mynd 3.2. Dagvöxtur á þorski með mismunandi holdastuðul í upphafi tilraunar. Fiskarnir voru aldri við 10°C (byggt á Dutil o.fl. 2006).

Figure 3.2. Daily growth rates of cod in different condition at the beginning of the experiments. The fish were reared at 10°C (based on Dutil o.fl. 2006).

norsk-íslenska síldarstofninum sýna eldri mælingar að hlutfall sýkingar hefur verið 1,9-3,1% (Jónbjörn Pálsson 1997).

### 3. Fræði

#### 3.1 Vöxtur og vaxtarlíkan

##### Vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007)

Í tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar á Stað við Grindavík voru gerðar umfangsmiklar vaxartilraunir með eldisþorsk og einnig villtan þorsk sem alinn var í kerum við mismunandi hita. Niðurstöðurnar voru nýttar til að þróa vaxtarlíkan til að áætla vöxt (Björn

Björnsson o.fl. 2001; Björn Björnsson & Agnar Steinarsson 2002). Vaxtarlíkanið var síðar endurbætt meðal annars með gögnum um vaxtarhraða þorsks frá Noregi (Björn Björnsson o.fl. 2007). Hægt er að nota eftirfarandi jöfnu til að áætla dagvöxt fyrir mismunandi hita og fiskstærðir:

$$G = \text{EXP}(-0,7620 + 0,3982 * T - 0,0128 * T * T) * W^{(-0,1500 - 0,0215 * T)}$$

þar sem T er hitastigið (°C) og W þyngd fisksins (g). Dagvöxtur fer hækkandi með auknum sjávarhita upp að 8°C fyrir 2-8 kg fisk og fer síðan lækkandi þegar 8-10°C er náð (mynd 3.1). Bestur er dagvöxtur hjá 2 kg fiski við 8-10°C um 0,43% og um 0,28% hjá 8 kg fiski við 8°C. Vaxtarlíkanið má stilla af með ákveðnum margföldunarstuðli (C) til að taka tillit til uppbótarvaxtar og kynþroska.

##### Uppbótarvöxtur

Þegar horaður villtur þorskur er tekinn í eldi eða nýhrygndur fiskur má vænta meiri vaxtarhraða þar til eðlilegum holdum er náð. Þessi vaxtarauki hefur verið nefndur uppbótarvöxtur (*compensatory growth*) (Jobling o.fl. 1994, Ali o.fl. 2003). Talið er að rekja megi uppbótarvöxt til aukins áts fisksins og betri fóðurnýtingar (Jobling 2001). Hjá fiski í uppbótarvexti stækka líffæri sem taka þátt í meltingu eins og þarmar og skúflangar (Bélanger o.fl. 2002). Í íslenskri rannsókn kom fram að dagvöxtur á nýfönguðum þorski (2,5-4,0 kg) var 0,84% yfir 32 daga tímabili (24.07-17.08) (Jón Gunnar Schram 2004). Þetta er u.þ.b. helmingi meiri vöxtur en vænta hefði mátt út frá vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. (2007). Því horaðri sem fiskurinn er í upphafi eldisins því meiri er uppbótarvöxturinn. Fyrstu 2-3 vikurnar mældist vöxtur 2-3 sinnum meiri hjá horuðum þorski (holdastuðull 0,5-0,8) en hjá feitum fiski (holdastuðull yfir 1) (Pedersen og Jobling 1989; Pedersen o.fl. 1989). Í annarri tilraun þar sem þorskurinn (1 kg) var alinn við 10°C og sveltur í 10 vikur (holdastuðull 0,7) áður en mælingar hófust var vaxtarhraðinn yfir 24 daga tímabil tæplega helmingi meiri (dagvöxtur 0,94% á móti 0,5%) en hjá viðmiðunarhópi (holdastuðull 0,9) sem ekki var sveltur. Uppbótarvöxtur hjá þorski sem var sveltur í 5 vikur (holdastuðull 0,8) var aðeins 40% meiri en hjá viðmiðunarhópi (Bélanger o.fl. 2002).



### Hve lengi varir uppbóturvöxturinn?

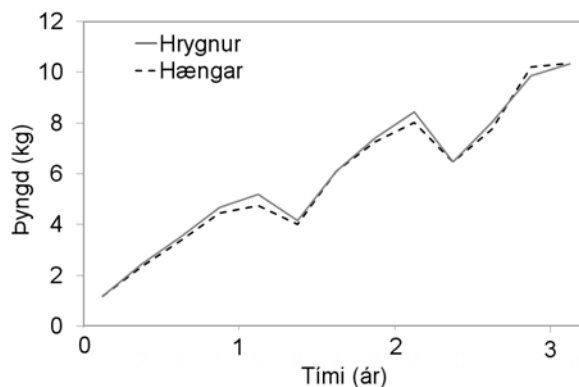
Hve lengi uppbóturvöxtur varir fer mikið eftir holdafari fiskisins þegar hann er tekinn í eldið. Í tilraun Bélanger o.fl. (2002) var fiskurinn búinn að auka holdastuðulinn úr 0,7 í 0,84 á 24 dögum en þá var hann 0,98 hjá viðmiðunarhópi. Það má síðan gera ráð fyrir að það fari að draga úr vextinum eftir því sem fiskurinn verður holdmeiri. Í annari tilraun þar sem þorskurinn (0,5-1,5 kg) var alinn við 10°C lækkaði dagvöxtur úr rúmlega 1% fyrstu þrjár vikurnar hjá fiski í góðum holdum (holdastuðull 0,84), niður í 0,8% í viku 3-6 og í 0,4% í viku 6-9 (mynd 3.2). Aftur á móti var dagvöxtur tiltölulega hár hjá horuðum þorski (holdastuðull 0,58-0,74) fyrstu níu vikurnar eða 0,6-1,1% og var hann hæstur í viku 3-6 (Dutil o.fl. 2006).

### Hvenær hefst uppbóturvöxturinn?

Þegar villtur þorskur er vaninn á fóður í áframeldi byrja yfirleitt ekki allir fiskarnir að éta á sama tíma og má því gera ráð fyrir að uppbóturvöxturinn komi ekki eins vel fram og hjá fiski sem búíð er að aðlaga að eldisaðstæðum. Fram hefur komið í rannsóknum að uppbóturvöxtur hefst seinna hjá mjög mögum þorski með lágan holdastuðull (<0,74) en hjá feitari fiski (0,84) (mynd 3.2). Einnig getur mismunandi meðhöndlun á fiski skýrt mismunandi langan aðlögunartíma áður en fiskurinn byrjar að taka fóður af fullum krafti (kaflí 3.3).

### Uppbóturvöxtur og vaxtarlíkan

Fyrst eftir að fiskurinn er tekinn í eldið sýnir vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007) ekki raunhæfan vöxt m.v. gefinn sjávarhita og fiskstærð. Það þarf því að hækka dagvöxtinn í vaxtarlíkaninu með margföldunarstuðli. Hve hár margföldunarstuðullinn þarf að vera fer mikið eftir holdastuðli og hvenær einstakir fiskar hefja fóðurtöku. Stilling á vaxtarlíkani með margföldunarstuðli getur því verið mjög breytileg en almennt er stuðullinn hærri eftir því sem fiskurinn er horaðri og lækkar eftir því sem líður á eldistímann. Ef allir fiskarnir byrja að éta á sama tíma má gera ráð fyrir að fiskur sem er með holdastuðul um og undir 0,8-0,9 hafi fyrsta mánuðinn allt að því tvöfaldan dagvöxt. Oft er þorskurinn feitari og jafnframt byrja ekki allir fiskarnir að taka fóður á sama tíma og er því sennilega raunhæfara í flestum tilvikum að



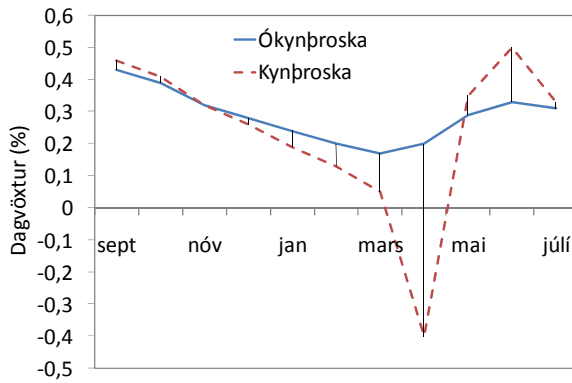
Mynd 3.3. Vaxtarferill eldisþorsks yfir þriggja ára tímabil við 7°C. Heil grá kúrfa eru hrygnur og svört brotakúrfa eru hængar (Björn Björnsson, óbirtar niðurstöður).

Figure 3.3. Growth of farmed cod over a three year period at 7°C. Grey line is females and broken line males (Björn Björnsson, unpublished results).

reikna með 50% meiri vexti fyrsta mánuðinn á meðan fiskurinn er að taka út mesta uppbóturvöxtinn. Í þessu sambandi er þó rétt að hafa í huga að magainnihald á þorski í bullandi áti getur valdið miklu ofmati á meðalpyngd og þar með vaxtarhraða, einkum hjá stórum þorski sem vex hlutfallslega hægt miðað við smærri fisk. Til að fá raunhæfa mælingu á vaxtarhraða hjá áframeldisþorski þarf að svelta hann í a.m.k. 1 viku fyrir vigtun og nákvæm mæling fæst varla nema fyrir 2-3 mánaða vaxtartíma.

### Það hægir á vaxtarhraða þegar nálgast hrygningu

Þorskur tekur ákvörðun um kynþroska þegar dag fer að stytta. Stærð kynkirtla er um 1% í byrjun október og stækka þeir síðan hratt eftir það (Taranger o.fl. 2010). Takmarkaðar upplýsingar eru um vöxt þorsks seinnihluta árs og fram að hrygningu. Rannsóknir benda til þess að það dragi úr dagvexti hjá kynþroska þorski eftir því sem nær dregur hrygningu (mynd 3.3). Það fer að draga úr dagvexti í nóvember-desember en hann mældist u.þ.b. helmingi minni (0,3% á móti um 0,6%) en mánuðina september og október hjá um eins kílóa þorski við 8-10°C (Hansen o.fl. 2001). Í byrjun nóvember fer einnig að draga úr fóðurtöku hjá þorski (Skjæraasen o.fl. 2004). Í annari rannsókn mældist dagvöxtur um 0,5% yfir tímabilið nóvember-janúar og undir 0,2% yfir tímabilið janúar-mars. Að einhverju leyti má skýra þennan mun með aðeins lægra meðal-



Mynd 3.4. Áætlaður dagvöxtur hjá hópi kynþroska og ókynþroska þorska yfir tímabilið frá september og fram í júlí. Stuðst er við vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007) við áætlun á dagvexti á ókynþroska þorski og sjávarhita á Vestfjörðum.

Figure 3.4. Estimated daily growth rates of mature and immature cod over the period from September to July. Based on a growth model for immature cod (Björn Björnsson o.fl. 2007) and sea temperatures in Northwest Iceland.

sjávarhita seinna tímabilið (Yoneda og Wright 2005a,b). Í íslenskri tilraun mældist 0,09% dagvöxtur hjá hængum (4,45-4,8 kg) og 0,15% hjá hrygnum (4,7-5,2 kg) sem alin voru við 7°C (mynd 3.3) frá 28. nóvember til 2. febrúar sem er meira en helmingi minna en vænta hefði mátt út frá vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. (2007). Rétt fyrir hrygningu éta hrygnur meira en hængar (Fordham og Trippel 1999; Skjæraasen o.fl. 2004), enda eru þær holdmeiri rétt fyrir hrygningu (Pardoe o.fl. 2008) og með stærri lifur og kynkirtla en hængar (Taranger o.fl. 2010).

#### Þorskur hættir að éta við hrygningu

Hrygning þorska nær yfir nokkurra vikna tímabil og við Suðvesturland stendur aðal hrygningartíminn í um sex vikur, frá þriðju viku mars til annarrar viku maí og hrygna þá um 98% fiskanna. Hámark hrygningarinnar er í þriðju og fjórðu viku apríl og hrygna þá um 60% fiskanna (Einar Jónsson 1982). Í atferlisrannsókn kom fram að hrygnur hættu að éta 36 dögum (15-54 dögum) áður en hrygning hófst. Hrygningin stóð yfir í 42 daga (10-61 dag) og át stöðvaðist hjá báðum kynjum fyrstu ¾ hluta tímabilsins. Át hjá hrygnum stöðvaðist að meðaltali í um 70 daga (Fordham og Trippel 1999).

#### Þorskurinn léttist við hrygningu

Algengt er að þorskur léttist um 15-35% við hrygningu (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2004). Hrygnur léttast meira en hængar af sömu þyngd og í einni tilraun léttust hrygnurnar að meðaltali um 29% og hængar um 14% (Fordham og Trippel 1999). Þorskur leggur meira í hrygninguna eftir því sem hann verður stærri (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010a). Það má því gera ráð fyrir að stærri fiskurinn léttist meira og það taki lengri tíma fyrir hann að ná eðlilegum holdum. Hjá stórum kynþroska áframeldisþorski (4-5 kg) hefur mælst vaxtarstöðvun í um 6 mánuði (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2006).

#### Kynþroski og vaxtarlíkan

Margt bendir til að það fari að draga úr vexti þorsks skömmu fyrir áramótin og það þurfi að gera ráð fyrir því í vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. (2007) með því að lækka margföldunarstuðul undir 1 (mynd 3.4). Það er jafnframt hugsanlegt að þeir þorskar sem eru orðnir kynþroska taki smá vaxtarkipp um haustið og er margföldunarstuðulinn þá yfir einn. Rétt fyrir hrygningu er líttill sem enginn vöxtur þar sem flestir fiskarnir eru hættir að éta. Við hrygningu, oftast í apríl, léttast fiskarnir og vöxtur því neikvæður yfir ákveðið tímabil. Eftir hrygningu er kynþroska fiskur horaður og fyrst eftir að hann byrjar að éta á sér stað uppbótarvöxtur.

### 3.2 Vöxtur einstakra líkamshluta

#### Holdvöxtur

Hægt er að skipta vexti þorsks niður í holdvöxt og vöxt innnyfla. Vexti innnyfla er síðan hægt að skipta niður í vöxt á lifur, kynkirtlum og öðrum innnyflum (mynd 3.5 og 3.6). Fyrst á meðan á uppbótarvexti stendur er vöxtur á holdi hlutfallslega meiri en á öðrum líkamshlutum (Jobling o.fl. 1994). Þetta tímabil er stutt og einnig hefur fituinnihald í fódri áhrif á hve hratt lifrin vex. Hjá áframeldisþorski sem fóðraður er með tiltölulega feitu fódri má gera ráð fyrir að lifrin vaxi hlutfallslega hraðar en vöðvarnir á meðan fiskurinn er að byggja upp lifrina. Við kynþroska dregur verulega úr vexti og búkurinn léttist tímabundið þegar orka er tekin úr holdinu til að byggja upp kynkirtla (Hemre o.fl. 2002; Davie o.fl. 2007).

### Lifrarvöxtur

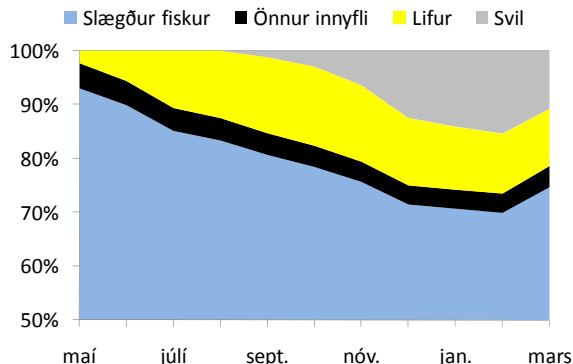
Þorskur safnar fituforða í lifrina og getur hún því orðið tiltölulega hátt hlutfall af heildarþyngd fisksins. Hlutfall lifrar ræðst að mestu af fituinnihaldi fòðurs og fòðurmagni. Hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. er mikill breytileiki í lifrarhlutfalli á milli ára og lækkaði úr 16% árið 2007 niður í 8,5% árið 2009 (mynd 3.7). Lifrarhlutfallið hjá Þorskeldi ehf. er lægra og lækkar úr 12,5% árið 2005 niður í 7,5% árið 2009.

Þegar þorskur er fòðraður með feitu fòðri hækka lifrarhlutfallið mjög hratt (mynd 3.5 og 3.6). Í einni tilraun fór lifrarhlutfall m.v. slægða þyngd úr um 7,5% í tæp 15% á einum og hálfum mánuði hjá smáþorski (500-700 g) fòðruðum á 12% feitri síld. Áður en tilraunin hófst hafði fiskurinn verið sveltur í 4-5 vikur (dos Santos o.fl. 1993). Við 18 mánaða áframeldi á þorski í kvíum í Stöðvarfirði hækkaði lifrarhlutfallið úr 3% í 20% m.v. slægða þyngd og 15% m.v. heildarþyngd (Björn Björnsson 1994). Í hjarðeldi á villtum fiski á þremur fòðrunarstöðvum úti í Stöðvarfirði hækkaði lifrarhlutfallið m.v. slægða þyngd úr 3% í um 14% á þremur mánuðum (Björn Björnsson 1997a). Þegar vel er fòðrað með feitu fòðri má gera ráð fyrir því að hlutfall lifrar af heildarþyngd sé komið upp í 12-16% á innan við 3-6 mánuðum frá því áframeldisþorskur var tekinn í eldið.

### Vöxtur kynkirtla

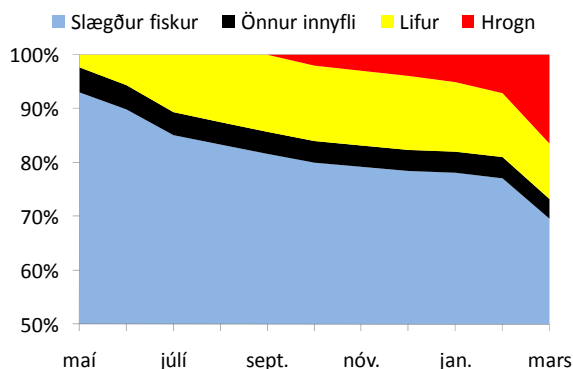
Vöxtur kynkirtla er bundinn við vetrarmánuðina, hjá hængum aðallega frá nóvember fram í byrjun janúar (mynd 3.5). Hjá hrygnum vaxa kynkirtlarnir hægt fram yfir áramótin en síðan eykst vöxturinn verulega í mars rétt fyrir hrygningu (mynd 3.6) (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2006, 2010a).

Stór þorskur leggur meira í framleiðslu kynkirtla en smærri fiskurinn (mynd 3.8). Hjá hængum eykst hlutfall svilja með aukinni fiskstærð úr um 6% hjá 1-2 kg fiski upp í um 12% hjá 4-5 kg fiski og er þá miðað við áramótin. Eftir það breytist hlutfall svilja lítið með aukinni stærð upp í 7-8 kg þyngd. Hlutfall hrogna er lægra um áramótin og eykst úr um 3% hjá 1-2 kg fiski í um 7% hjá 4-5 kg fiski. Eins og hjá hængum breytist hlutfall kynkirtla lítið með aukinni stærð úr 4-5 kg upp í 7-8 kg þyngd (mynd 3.8).



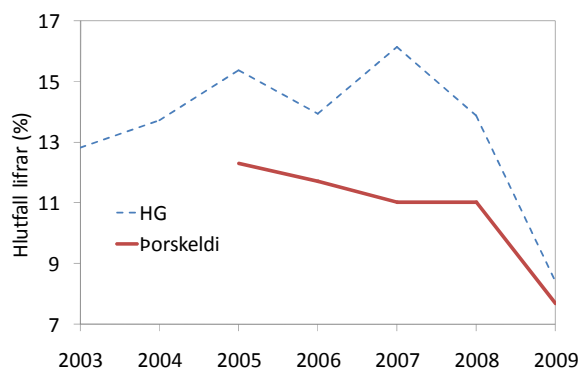
Mynd 3.5. Slægð þyngd, lifur, svil og önnur innfli þorskhænga sem hlutfall af heildarþyngd. Fiskar teknir í eldið í maí og aldir fram í mars á næsta ári.

Figure 3.5. Gutted weight, milt, liver and other viscera as percentage of total fish weight according to month. The fish were captured in May and reared in sea cages until March next year.



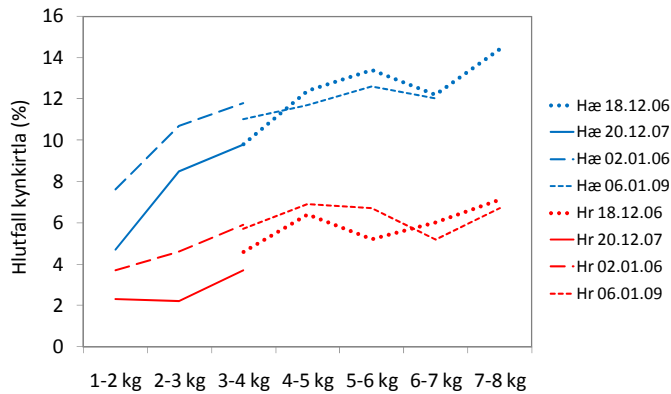
Mynd 3.6. Slægð þyngd, lifur, hrogn og önnur innfli hrygna sem hlutfall af heildarþyngd. Fiskar teknir í eldið í maí og aldir fram í mars á næsta ári.

Figure 3.5. Gutted weight, roe, liver and other viscera as percentage of total fish weight according to month. The fish were captured in May and reared in sea cages until March next year.



Mynd 3.7. Hlutfall lifrar í prósentum af heildarþyngd áframeldisþorsks við slátrun árin 2003-2009 hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. (HG) og Þorskeldi ehf.

Figure 3.7. Liver as percentage of total fish weight in wild farmed cod harvested at two farms in 2003-2009.



Mynd 3.8. Hlutfall kynkirtla af heildarþyngd kynþorska þorsks eftir fiskstærð hjá Glæði ehf., byggt á einstaklingsmælingum á fiskum með kynkirtla yfir 1,5% af heildarþyngd. Dagsetning táknar tímasetningu sýnatöku. Hæ táknar hænga og Hr hrygnur (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010a).

Figure 3.8. Gonads of wild farmed cod as percentages of total fish weight according to fish size. Samples from 18 December to 6 January. Males (Hæ) blue and females (Hr) red (Valdimar Ingi Gunnarsson et. Al. 2010a).



Mynd 3.9. Þegar fóðurbátur nálgast eldiskví kemur þorskur sem búinn er að aðlagast eldisaðstæðum upp að honum og bíður eftir að fá að éta (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 3.9. When a feeding boat arrives at a sea cage cod adapted to farming conditions gather at the surface in anticipation of food (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Takmarkaðar upplýsingar eru um vöxt þorsks seinni hluta árs og fram að hrygningu. Í einni tilraun mældist 0,06-0,09% dagvöxtur á aleldisþorski (1,5-2,5 kg) frá byrjun desember til byrjun mars (Theodór Kristjánsson o.fl. 2006). Vöxtur kynkirtla stóð fyrir 60-90% af þyngingunni miðað við sama hlutfall hænga og hrygna. Í norskrri tilraun var dagvöxturinn aðeins 0,025% á aleldisþorski (um 1,6 kg) frá 27. nóvember til 17. febrúar (Solberg o.fl. 2006) en á sama tíma var þyngdaraukning kynkirtla meiri en heildarvöxtur hjá fiskinum, þ.e.a.s. það

átti sér stað rýrnun á öðrum hlutum fisksins en kynkirtlum.

Aukin fóðrun eykur vöxt þorsks og getur einnig haft áhrif á hlutfallslegan vöxt einstakra líkamshluta. Í því sambandi má nefna að fóðurmagn hefur áhrif á stærð kynkirtla og eykst hlutfall þeirra með aukinni fóðrun (Yoneda & Wright 2005a,b). Einnig eykst hlutfall kynkirtla með auknu fituinnihaldi fóðurs (Karlsen o.fl. 2006).

### 3.3 Fóðurtaka og atferli

#### *Hvenær byrjar fiskurinn að taka fóður eftir föngun?*

Hve langur tími líður þar til fiskurinn er kominn í fulla fóðurtöku fer mikið eftir meðhöndlun við föngun og flutning. Gerðar voru tilraunir á drunga (*Anoplopoma fimbria*) með togveiðarfæri í tilraunatanki. Drungi (50-60 cm) sem látinn var synda á allt að 1,1 m/s í tvo tíma, og á eftir látinn sprikla í 15 mínútur í tómu kari, hafði eðlilega fóðurtöku eftir einn dag. Aftur á móti þegar togtíminn var aukinn í fjóra tíma tók fiskurinn ekki fóður fyrstu 6 dagana (Olla o.fl. 1997). Í rannsókn með kyrrahafslúðu (70-85 cm) í tilraunatanki var líkt eftir aðstæðum við togveiðar og krókaveiðar. Hópur sem hafður var allan tímann við 5°C byrjaði að taka fóður eftir 5 daga en hópurinn sem hafður var við 16°C síðustu 30 mínúturnar byrjaði að taka fóður eftir 30 daga (Davis og Olla 2001). Engar skipulagðar mælingar hafa verið gerðar á því hve langan tíma það tekur villtan þorsk að taka fóður í áframeldi. Almenn er þó talið að eftir því sem fiskurinn fær betri meðhöndlun byrji hann fyrr að taka fóður. Dæmi er um að fiskurinn byrji að taka fóður strax eftir föngun og einnig að það taki meira en einn mánuð að ná fiskinum í fulla fóðurtöku. Hjá Þóroddi ehf. og Einherja ehf. þar sem bæði er alinn þorskur fangaður á króka og í dragnót hefur komið fram að það tekur lengri tíma fyrir krókafiskinn að aðlagast eldisaðstæðum og komast í fulla fóðurtöku.

#### *Atferli fisksins í kvínni*

Fyrst eftir að villtur þorskur kemur í eldiskvína fer hann beint niður á botn og sýnir fóðri lítinn áhuga (Björn Björnsson o.fl. 2010). Smám saman leitar hann síðan upp á við og syndir í hringi í torfum en hve hratt það gerist fer mikið



eftir álagi sem hann hefur orðið fyrir við föngun og flutning á eldisstað. Í atferlissrannsóknnum hefur komið fram að ef „kennarar“ eru hafðir í kvínni, þ.e.a.s. þorskar sem búinir eru að aðlagast eldisaðstæðum, tekur það mun styttri tíma þar til nýfangaður fiskur byrjar að taka fóður (Björn Björnsson o.fl. 2010).

Hjá Kví ehf. sem var með eldið í Klettsvík í Heimaey var fylgst með atferli fiskanna með neðansjávarmyndavél. Þeir héldu sig að mestu í torfum sem voru 2-4 m frá botni kvíarinnar og náðu upp að yfirborði. Margir fiskar voru þó utan við torfurnar og syntu bæði niðri við botn og uppi í sjó.

### ***Atferli fiska í yfirborði við fóðrun***

Áframeldisþorskur sem er búinn að aðlagast aðstæðum kemur upp að fóðurbát og bíður eftir því að fá að éta (mynd 3.9). Þorskur er að mörgu leyti heppilegt eldisdýr, tiltölulega fljótur að venjast eldisaðstæðum og svo spakur að hann tekur fóður úr hendi manns (mynd 3.10). Atgangurinn í kvínni er meiri eftir því sem lengra líður á milli fóðrana og er mikill bægsla-gangur þegar fiskurinn er svangur (mynd 3.11).

### ***Frosið og upphítt fóður – mismunandi atferli***

Með hjálp neðansjávarmyndavélar hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. mátti sjá mikinn mun á atferli allt eftir því hvort gefið var upphítt eða frosið fóður. Þegar gefið var upphítt fóður var fiskurinn áberandi meira í yfirborði (ekki bara við fóðrun) og við gjöf varð mikill atgangur í kvínni, en lítill hluti af fiskinum hélt sig til hlés og virtist ekki þora að blanda sér í átökin um fæðu. Fiskur í þeim kvíum sem gefið var frosið fóður hélt sig dýpra og var rólegri við fóðrun og það voru ekki eins margir fiskar í yfirborði og þegar gefið var upphítt fóður. Þetta kom vel í ljós þegar ná átti meðalþyngdarprufum með lífmassamæli en hann þurfti að vera á meira dýpi í þeim sjókvíum sem gefið var frosið fóður.

### ***Étur þorskur fóður af botni netpoka?***

Fylgst var með fóðurtöku fiskanna með neðansjávarmyndavél hjá Kví ehf. Þegar upphítt eða ferskt fóður var gefið gat það náð að sökkva en fiskurinn virtist taka það allt frá yfirborði og niður að botni. Ef fóðrið náði hins vegar að sökkva til botns var hann lítið spenntur fyrir því. Þegar fóðrað var með ferski síld mátti ekki moka henni of hratt út í kvína því þá var hætta á



Mynd 3.10. Villtur þorskur venst fljótt eldisaðstæðum og hægt er að handmata hann (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 3.10. Wild cod adapts quickly to the conditions in sea cages (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).*

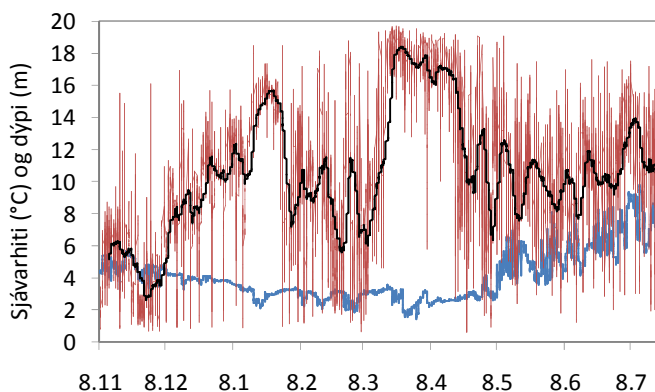


Mynd 3.11. Villtur þorskur venst fljótt eldisaðstæðum og hægt er að handmata hann (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 3.11. Wild cod adapts quickly to the conditions in sea cages (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).*

að hluti hennar sykki til botns og úldnaði þar. Tvisvar þurfti að hreinsa upp síldarbingi sem höfðu safnast upp.

Við köfun í kvíar hjá Þóroddi ehf. í Patreksfirði hefur orðið vart við uppsöfnun á síld í botni netpoka og fiskurinn ekki snert við því eins og hjá Kví ehf. Hjá Álfsvelli hefur einnig orðið vart við rotandi síld í netbotni. Líkleg ástæða er að fiskurinn hafi verið of mikið fóðraður til að hafa áhuga fóðrinu niðri á botni netpokans. Eldismenn hafa séð áframeldisþorska taka fóður af botni netpokans enda étur villtur þorskur fæðu af sjávarbotni (Brown 1969).



Mynd 3.12. Dýptar- og hitagögn úr rafeindamerktum þorski (56 cm við merkingu í maí 2005) sem fangaður var 8. nóvember 2005 og settur í eldiskví hjá Brimi ehf. í Eyjafirði. Bláa línan er sjávarhiti og rauða línan er það dýpi sem fiskurinn hélt sig á hverjum tíma. Tími á milli mælinga var 60 mínútur og dökka línan sýnir hlaupandi meðaltal 100 mælinga.

Figure 3.12. Depth and temperature data from wild cod (56 cm) tagged with data storage tag. The fish was tagged in May and captured for on-growing in November and reared in a sea cage in Eyjafjörður to July next year. Blue line is sea temperature and red line depth of fish. Interval between measurements was 60 minutes and the black line is the running average for 100 measurements of depth.

### Áhrif umhverfispáttá á atferli

Almenn reynsla er að í miklum hita og sól yfir sumartímamann forðar þorskurinn sér neðar í kvíarnar sem m.a. hefur komið fram með notkun neðansjávarmyndavéla í eldiskvíum Hraðfrystihússins Gunnvarar hf. Sama virðist gerast þegar sjórinn fer að kólna á veturna. Þá þéttir fiskurinn sig og heldur sig neðarlega í kvíunum. Þetta er einnig reynslan hjá öðrum þorskeldisfyrirtækjum. Hjá Brimi ehf. kom fram við aflestur á rafeindamerki sem var í villtum þorski sem fangaður var í eldið að hann hélt sig yfirleitt neðar í kvínni í mestu kuldaköstunum (< 2-3°C) (mynd 3.12). Fyrst eftir að fiskurinn kom í kvína í byrjun nóvember 2005 hélt hann sig tiltölulega ofarlega að jafnaði á um 5 metra dýpi. Með lækkandi sjávarhita fór fiskurinn að dýpka á sér rétt fyrir áramótin og var að jafnaði á 15 metra dýpi í lok janúar en grynkaði síðan á sér og var oft á 5-10 metra dýpi í febrúar og mars. Um miðjan apríl byrjaði fiskurinn að dýpka aftur á sér og var oftast á rúmlega 15 metra dýpi fram í byrjun maí eða alveg niður við botn kvíarinnar. Það að þorskurinn heldur sig alveg niður við botn kann einnig hugsanlega að stafa af öðrum þáttum s.s. hrygningaratferli. Með

hækkandi sjávarhita í maí byrjaði fiskurinn að grynka aftur á sér og hélt sig mikið á um 10 metra dýpi fram í júlí þegar merkið hætti að skrá mælingar.

Almenn reynsla er að í slæmum veðrum haldi þorskurinn sig neðar í eldiskvínni. Sama ef fiskurinn verður stressaður s.s. vegna áreitiss sels og skarfs. Hjá sumum þorskeldisfyrirtækjum hefur orðið vart við að í miklum rigningum haldi fiskurinn sig neðar og komi síður upp í yfirborðið við fóðrun.

### Sjávarhiti og atferli við fóðurtöku

Við lægsta hitann (3,1°C) kom þorskurinn (1,9 kg) ekki upp í yfirborðið þegar hann tók votfóðrið eins og hann gerði við 9°C. Í staðinn beið þorskurinn eftir að það sykki niður áður en hann át það (Clark o.fl. 1995). Þessar niðurstöður eru í takt við reynslu eldismanna að áframeldisþorskur sækir í minna mæli upp í yfirborð sjávar yfir köldustu vetrarmánuðina (janúar-apríl). Í sumum tilvikum kemur fiskurinn ekki upp í yfirborð sjávar en í öðrum kemur hann upp að hluta en er ekki eins virkur í fóðurtöku eins og þegar sjórinn er heitari. Undanfarin ár hefur stór þorskur (>6 kg) verið í eldi hjá Glaði ehf. en þessi fiskur kemur ekki upp í fóðrun yfir köldustu mánuðina, febrúar-mars og jafnvel ekki í apríl. Þetta er hrygningarþorskur, en smærri fiskur (1,5-2 kg) væntanlega að stórum hluta ókynþroska kemur upp í fóðrið allt árið en er mun rólegri í fóðurtöku um veturinn.

### Sjávarhiti og tíðni fóðurtöku

Í einni rannsókn kom fram að þorskur (0,2-5,5 kg) sem fóðraður var með rækju át sjaldnar eftir því sem sjávarhiti var lægri. Við 8°C átu daglega 87% fiskanna, en 77% og 54% við 4°C og 1°C. Átið minnkaði með lækkandi sjávarhita einkum vegna þess að þorskurinn át sjaldnar, en ekki vegna þess að hann æti minna í hvert skipti. Mikill breytileiki var í áti milli daga og var því bent á að mikilvægt væri að fóðra sjaldnar við lágan sjávarhita til að koma í veg fyrir yfirfóðrun (Waiwood o.fl. 1991).

### Mismunandi át hjá áframeldisþorski

Hjá Glaði ehf. var kannað hlutfall þorska með tóman maga við slátrun og mældist hlutfallið um 35-45% í júní en þá voru um tveir dagar frá síðustu fóðrun (tafla 3.1). Á þessum tíma var sjávarhiti 8-9°C. Hér er um að ræða fiska sem

ekki höfðu étíð í síðustu fódruun eða étíð það lítið að fiskurinn var búinn að tæma magann. Um áramótin voru 60-70% fiskanna með tóman maga en þá höfðu liðið 6-11 dagar frá síðustu fódruun (tafla 3.1). Á þessum tíma var sjávarhiti 3-4°C.

Í annarri tilraun voru aðeins 5% þorska með tóman maga en mælingin var gerð hjá Þóroddi ehf. í lok maí og voru liðnir 3 dagar frá því að fiskurinn var fódruður. Hér er um að ræða þorsk sem búinn var að vera í eldi allan veturinn. Jafnframt kemur í ljós að mikill munur er á magafylli fiska á milli kvía (mynd 3.13). Í kví 3 var að meðaltali 2,7% (0-5,6%) af þyngd fisksins fódruur í maga og í kví 18 var hlutfallið 4,8% (0-9,1%).

### Sjávarhiti og áhugi fisks fyrir fódru

Rannsóknir hafa sýnt að áhugi þorsks fyrir fódru fer eftir fódrugerð. Gerð var rannsókn á fódruatferli þorsks sem fódruður var með loðnu og votfódru. Fram kom að þorskurinn sýndi loðnu strax áhuga en lengri tími leið þar til hann át votfódru og var munurinn meiri við lágan (3,1°C) en háan sjávarhita (9,1°C). Þorskurinn hafnaði aldrei loðnu en spýtti votfódru út úr sér og var það meira áberandi við lægri hitann (Clark o.fl. 1995). Samkvæmt niðurstöðum þessarar tilraunar virðist vera betra að fódru villtan þorsk með loðnu yfir vetrarmánuðina, en á sumrin skiptir minna máli hvaða fódru er notað.

### Hvaða áhrif hefur fódrugerð á fódruökun?

Í tilraun þar sem þorskurinn fékk að velja á milli loðnu og humars valdi hann í 60% tilfella loðnu fyrstu vikuna og fór upp í 90% eftir rúma tvo mánuði (Björn Björnsson og Dombaxe 2004). Þorskur er frekar matvandur fiskur og er því mikilvægt að fódruinn innihaldi lyktar- og bragðefni sem fiskurinn sækir í (Pawson 1977, Løkkeborg 1998). Tekist hefur að auka át og vöxt hjá þorski með því að bæta í fódru smokkfiski (Lie o.fl. 1989a, b). Hjá BA 337 ehf. sem er með eldi í Tálknafirði hefur komið í ljós að þegar áframeldisþorski er gefinn samtímis smokkfiskur og sári étur hann fyrst smokkfiskinn.

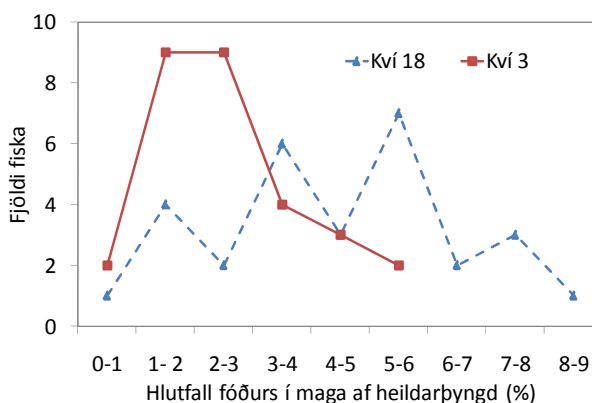
### Fódruunaraðferðir og bældir fiskar

Fyrst eftir að fódruun hefst á nýfönguðum þorski virðast það vera stærstu fiskarnir sem eru mest áberandi í fódruinu sérstaklega þegar aðgengi að

Tafla 3.1. Hlutfall áframeldisþorska með tóman maga við slátruun úr kví 6 hjá Glaði ehf. Fjöldi fiska í sýni um 100.

Tafla 3.1. Percentage of wild farmed cod with an empty stomach when slaughtered. The numbers of cod in each sample are about one hundred fish.

Sýnatöku-dagur	Tómur magi (%)	Þyngd fisks (kg)	Dagsetning síðustu fódruunar
22.06.2007	45	1,2	20/6
20.12.2007	67	2,3	9/12
15.06.2008	35	3,7	13/6
06.01.2009	61	6,0	31/12



Mynd 3.13. Hlutfall fódruurs í maga af heildarþyngd fisks í tveimur kvíum hjá Þóroddi ehf. þremur dögum eftir fódruun, þegar sjávarhiti var 7-8°C. Í sýni voru um 30 fiskar.

Figure 3.13. Stomach contents of wild farmed cod as a percentage of total fish weight three days after feeding. In each sample there were about 30 fish and sea temperature was 7-8°C.

því er takmarkað. Eftir því sem stærstu og frekustu fiskarnir mettast komast smáir og bældir fiskar að fódruinu. Til að auka aðgengi bældra fiska að fódruinu er talið æskilegt að dreifa fódruinu sem mest um eldiskvína. Sama gildir ef það er ekki fódruað nægilega mikið í hverri fódruun en þá eru mestu líkur á að stóru freku fiskarnir fái nægju sína en bældu fiskarnir fái lítið eða ekkert. Það leiðir síðan til mikillar stærðardreifingar og jafnvel að hluti fiskanna drepist úr hor. Einnig er hugsanlegt að mikill þéttleiki í kvínni auki hlutfall bældra fiska. Fram hefur komið í rannsóknum að það þurfi að auka tíðni fódruunar við mikinn þéttleika til að tryggja betur að fiskurinn fái nægju sína (Lambert og Dutil 2001).



### 3.4 Meltingarhraði

#### *Fiskstærð*

Meltingarhraði þorsks er hlutfallslega meiri hjá smáum fiski en stórum og þarf því að fódra hann oftár. Hjá 3 kg fiski er meltingarhraðinn 60-70% af því sem er hjá eins kg fiski (dos Santos & Jobling 1991a). Munur á meltingarhraða hjá áframeldisþorski af hefðbundinni stærð (1,5-4 kg) er ekki það mikill að það krefjist mismunandi fóðrunartíðni. Það kann þó að vera þegar um stærri þorsk er að ræða. Í tilraun sem framkvæmd var af starfsmönnum Glæðs ehf. voru 25% eldisþorska (meðalþyngd 5-6 kg) með fæðu í maga eftir um 10 daga svelt við 3,5°C.

#### *Sjávarhiti*

Meltingarhraði þorsks eykst með auknum sjávarhita (Tyler 1970; dos Santos & Jobling 1991a). Það þarf því að fódra oftár á sumrin en á veturna. Í einni tilraun tók það 230 g þorsk um 70 tíma að melta rækju við 2°C en aðeins um 25 tíma við 10°C (Tyler 1970). Þorskur (2,8 kg) sem var fóðraður með þurrfóðri við 8-8,5°C var búinn að tæma meltingarfærin (maga og þarma) eftir 4 daga. Í upphafi tilraunar nam innihald maga og þarma um 2,5% af heildarþyngd og í lok tilraunar var innihald meltingarfæra um 0,2% aðallega vatn (Esaiassen o.fl. 2006). Í athugun sem gerð var hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. í byrjun september 2009 voru flestir fiskanna (2,7 kg) með tóman maga og aðeins örfá prósent með mikið melta loðnu í maga en allir voru þeir með fæðu í þörmum þremur dögum eftir síðustu fóðrun. Fiskurinn hafði verið fóðraður sem nam tæpum 4% af heildarþyngd og sjávarhiti var um 9°C. Hjá Þóroddi ehf. nam sandsíli í maga hjá 3,5 kg áframeldisþorski tæpum 5% (0-9%) af heildarþyngd eftir þrjú sólarhringa frá fóðrun. Sýnið var tekið í lok maí 2010 og var sjávarhiti 7-8°C og var fæða í maga lítið melt. Hugsanleg skýring á hve lítið af fæðunni var melt er að meltingarfærin hafi ekki verið komin í fulla virkni eftir svelt við hrygningu.

#### *Fóðurtegund*

Meltingarhraði fer mikið eftir fisktegund og meltir þorskur tegundir eins og humar og rækju hæggar en sandsíli og spærling (Bromley 1991; Singh-Renton & Bromley 1996). Þegar 700 g þorskur er fóðraður við 5°C með ljósátu tekur það um 5 klukkustundir þar til að helmingur af

fæðunni er genginn niður úr maga. Aftur á móti tekur það um 15 klukkustundir fyrir síld og tæpar 20 klukkustundir fyrir stóra rækju (dos Santos & Jobling 1991a). Það dregur einnig úr meltingarhraðanum með auknu orkuinnihaldi fæðunnar (Andersen 2001).

#### *Fóðurmagn*

Sá tími sem tekur að tæma meltingarfærin ræðst einnig af stærð einstakra máltíða. Þorskurinn getur troðið í sig fæðu er nemur allt að 19% af þyngd sinni (dos Santos & Jobling 1995). Það tekur um 9 daga fyrir þorsk (670-1355 g) við 5-7°C að melta fæðuna og tæma magann þegar hann er fóðraður með síld (48 g) sem nemur 6.4% af heildarþyngd hans (dos Santos & Jobling 1991b).

#### *Ástand fisks*

Magur þorskur sem hefur verið sveltur í nokkrar vikur hefur tiltölulega hægán vöxt fyrst eftir að fóðrun hefst (Dutil o.fl. 2006). Talið er að það stafi af lítilli afkastagetu meltingarfæra eftir svelt (Bélangier o.fl. 2002).

### 3.5 Næringarþörf

#### *Prótein*

Fiskur þarf að fá hæfilegt magn af próteini í fæðunni til að vaxa og dafna eðlilega. Próteinþörf hjá fiski virðist minnka með aukinni fiskstærð. Rannsóknir á lágmarks próteinþörf hjá þorski sýna mismunandi niðurstöður (Rosenlund o.fl. 2004; Karlsen o.fl. 2006; Jón Árnason o.fl. 2010). Íslenskar rannsóknir benda til að lágmarks próteinþörf hjá þorski (>0,4 kg) í matfiskeldi gæti jafnvel verið undir 40% (Jón Árnason o.fl. 2010). Ef próteininnihald er of lágt étur fiskurinn meira til að viðhalda eðlilegum vexti en við það hækkar fóðurstuðullinn.

#### *Fita*

Hafi þorskur aðgang að ofgnótt orku safnar hann fituforða í lifrina. Fita er orkuríkasta næringarefnið þar sem hvert kg af fitu inniheldur 39.5 MJ samanborið við 23.6 MJ í próteini og 17.3 MJ í kolvetnum. Það er því ljóst að það er fituinnihaldið í fóðrinu sem mestu veldur um orkuinnihald þess. Úr þeim rannsóknum sem hafa verið birtar um áhrif mismunandi fóðurs má finna upplýsingar um samhengi fitu í fóðri og lifrarhlutfalls (lifrarþungi sem prósentu af heildarþyngd). Lifrarhlutfall í



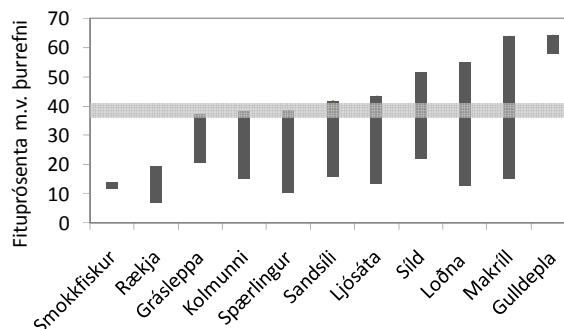
smáþorski (< 100 g) eykst með hækkandi innihaldi fitu í fódri (Jón Árnason 2004). Fyrir smáþorsk (200-900 g) er mælt með 13-20% hlutfalli fitu í þurrfóðri (Rosenlund o.fl. 2004). Í íslenskri rannsókn voru borin saman áhrif 10,0%, 13,5%, 21,2%, 24,5% og 27,7% fitu í þurrfóðri hjá 120 – 300 g og 600 – 900 g þorski. Niðurstaðan var að í smærri fiskinum hafði fituinnihaldið marktæk áhrif á lifrarstærð en ekki í stærri fiskinum. Lifrarhlutfallið í þessum tilraunum var á bilinu 8 – 12%. Niðurstöðurnar sýna að smáþorskur (< 300 g) ætti ekki að fá meira en 15-20% fitu í þurrfóðri, en að þorskur yfir 600 þoli upp í 28% fitu í fódri, án þess að lifrin verði óeðlilega stór (Jón Árnason o.fl. 2008).

### Efnainnihald fódurs

Nákvæmar upplýsingar liggja ekki fyrir um próteinþörf hjá stærri þorski (>1,5 kg) en hér er gengið út frá 40% próteini m.v. þurrfóður og um 60% m.v. þurrefnisinnihald fitu og próteina (prótein/(fita+prótein)). Þá er gengið út frá því að fituinnihald í þurrfóðri megi vera allt að 25% án þess að það hafi veruleg áhrif á stærð lifrar. Hlutfall fitu miðað við þurrefnisinnihald (prótein og fita) er því um 40%. Þetta er sama niðurstaða og í rannsókn sem gerð var af Þóroddi ehf. (Þórsberg hf.) á áframeldisþorski (1,5-6 kg) (Jón Örn Pálsson 2005). Þetta er herra hlutfall en hjá smærri þorski (<1kg) en þar er reiknað með að það sé undir 30% (Morais o.fl. 2001; Rosenlund o.fl. 2004), enda hefur komið fram í rannsóknunum að fituþol þorsks m.t.t. lifrarhlutfalls er háð fiskstærð og er minna hjá smáum fiski (Jón Árnason o.fl. 2008).

### Hvaða fóður hefur best efna- og orkuinnihald?

Með tilliti til efnainnihalds eru fisktegundir mismunandi að gæðum sem fóður fyrir áframeldisþorsk (mynd 3.14). Ef miðað er við að hlutfall fitu af þurrefni næringarefna eigi að vera um 40% þá er smokkfiskur og rækja of magurt fóður. Það veldur því að hluti af próteinum í fódri er brotið niður og nýtt sem orka í staðinn fyrir uppbyggingu. Grásleppa, kolmurni og spærtingur, sandsíli og ljósáta eru við 40% hlutfallið á þeim árstíma sem fituinnihald þeirra er hæst og því með of lágt fituinnihald á öðrum árstíma. Hjá síld, loðnu og makríll eru miklar sveiflur í fituinnihaldi eftir árstíma stundum undir og stundum yfir kjörfituinni-



Mynd 3.14. Fituinnihald sem prósentu af þurrefni næringarefna hjá ellefu fisktegundum.

Figure 3.14. Fat content as percentage of dry weight of macronutrients in eleven fish species.

haldi. Með því að fódra til skiptis með mögru og feitu fódri má hámarka fódurnýtinguna. Betra er að fódrið sé of feitt en of magurt því að ef fitu skortir þarf fiskurinn að nýta prótein sem orkugjafa sem er ákaflega óhagkvæmt vegna hækkandi fódurstuðuls.

### 3.6 Áhrif fódurs á vöxt

#### Áhrif fódurs á vöxt

Vöxtur hjá þorski getur að nokkru leyti ráðist af fódurgerð. Mun betri vöxtur fékkst við fódrun með loðnu (9,2% fita) en humri (1,3% fita) eða 0,42% dagvöxtur á móti 0,18%. Ástæðan var rakin til fódursins og átu þorskar sem fengu humar minna og meltingin var jafnframt hægari (Björn Björnsson og Dombaxe 2004). Aftur á móti mældist enginn munur í vexti hjá þorski sem fódraður var í 8 mánuði með loðnu (16,6% fita) eða rækju (4,3% fita) (Björn Björnsson 1997b). Í annarri tilraun sem stóð yfir í styttri tíma mældist meiri vöxtur hjá þorski sem fódraður var á síld (12% fita) en rækju (4% fita) (dos Santos o.fl. 1993). Það virðist því að þorskur sem er fódraður með stórum illmeltanlegum fæðudýrum eins og humri vaxi hægar en þegar notaðir eru uppsjávarfiskar.

Í sumum tilvikum hefur verið notað gamalt fóður við fódrun á áframeldisþorski og jafnvel með þráa fitu. Það er alltaf hætta á að gamalt fóður hafi tapað hluta af næringarefnum s.s. vítamínunum (kafla 2.3). Það er vel hugsanlegt að gamalt fóður hafi haft neikvæð áhrif á vöxt áframeldisþorsks sérstaklega á öðru og þriðja ári í eldi. Fiskurinn hefur þá verið í lengri tíma án þess að fá fæðu með öllum mikilvægum næringarefnum. Hér skortir þó rannsóknir til að

Tafla 3.2. Prótein- og fituinnihald á villtum þorski eftir líkams- hlutum (ISGEM, íslenski gagnagrunnurinn um efnainnihald matvæla ([www.matis.is/ISGEM/is](http://www.matis.is/ISGEM/is)); Unnur Steingrimsdóttir 1994).

Table 3.2. Protein and fat content of fillet, liver, milt and roe in wild cod (Source: Icelandic database for chemical contents of food ([www.matis.is/ISGEM/is](http://www.matis.is/ISGEM/is)) and Unnur Steingrimsdóttir 1994).

	Flak	Lifur	Hrogn	Svil
Prótein	18,0% (17-19,9)	4,4%	25,0% (20,4-26,1)	13,6% (13,1-14,1)
Fita	0,54% (0,44-0,73)	66,6% (54,5-75,4)	0,94% (0,7-1,13)	1,1% (0,7-1,5)

sýna fram á að gamalt fóður hafi haft neikvæð áhrif á vöxt áframeldisþorsks.

### Efnainnihald þorsksins og vöxtur

Fituríkt fóður nýtist aðeins að fullu þegar verið er að byggja upp lifrina. Fituinnihald í kynkirtlum er hærra en í holdi en munurinn er ekki mikill hjá villtum þorski (tafla 3.2). Hjá áframeldisþorski kann munurinn hugsanlega að vera meiri, þar sem hlutfall kynkirtla eykst með auknu magni af fitu í fóðrinu (Karlsen o.fl. 2006). Verulegur munur er einnig í próteininnihaldi hrogna (25%) og svilja (um 14%). Það þarf því próteinríkara fóður til að byggja upp eitt kíló af hrognum en sviljum.

## 4. Fóðrun

### 4.1 Val á fóðri

#### Fóðurtegund

Margar tegundir af fóðri er hægt að nota til að fóðra þorsk (kafla 2). Við val á fóðri er helst haft til viðmiðunar:

- Efna- og orkuinnihald (kafla 2.3)
- Fóðurverð (kafla 6.2).
- Áfallandi kostnaður fyrir fóðrun
- Fóðurstærð
- Fóðurtaka (kafla 3.3).

#### Efna- og orkuinnihald

Fæðutegundir eru mjög mismunandi í efna- og orkuinnihaldi og hjá einni og sömu tegund getur jafnvel hlutfall fitu verið mjög breytilegt eftir árstíma (kafla 2). Besta fóðrið er því það fóður sem inniheldur hagstætt hlutfall fitu og próteina (kafla 3.5). Það er því mikilvægt að við kaup á

fóðri liggi fyrir nákvæmar upplýsingar um efna- og orkuinnihald þess. Í þeim tilvikum sem fituinnihald er of lítið er hægt að fóðra samtímis með tveimur tegundum af fóðri s.s. feitri síld og smokkfiski og reyna þannig að tryggja rétt hlutföll fitu og próteina. Það er þó alltaf hættan á að frekustu fiskarnir éti megnið af annarri tegundinni og bældir fiskar éti meira af hinni. Það er einnig hægt að fara þá leið að byrja að fóðra nýfangaðan þorsk með feitu fóðri og skipta síðan yfir í magurt. Hægt er að fylgjast með lifrarhlutfallinu og draga úr notkun á mjög feitu fóðri þegar lifrin er komin upp í t.d. 10-12% af heildarþyngd og skipta yfir í magrara fóður (sjá kafla 5.1).

#### Fóðurverð

Þegar lagt er mat á verð fóðursins verður að taka með í dæmið efna- og orkuinnihald þess. Það sem skiptir mestu máli er próteininnihald, einnig þarf það að innihalda hæfilegt magn af fitu til að próteinið nýtist í sem mestum mæli til vaxtar. Það er því eðlilegt að greiða hærra verð fyrir fóður með hátt próteininnihald. Fyrir síld (17% prótein) má því greiða rúmlega 20% hærra verð en fyrir loðnu (14% prótein) og rúmlega 80% hærra verð en fyrir grásleppu (7,6% prótein) að því gefnu að fituinnihald sé að lágmarki 40% af þurrefnisinnihaldi fóðursins. Aftur á móti gildir þessi viðmiðun ekki þegar fituinnihald er of lágt eins og í smokkfiski en þar nýtist prótein verr til vaxtar vegna skorts á fitu.

Oft má fá ódyrt fóður eða ókeypis fyrir áframeldisþorsk, s.s. afbeitu, beituafskurð og beitu sem ekki hentar sem agn s.s vegna stærðar. Hér er yfirleitt um tiltölulega lítið magn að ræða og verður aldrei verulegur hluti af fóðrinu nema hjá minni þorskeldisfyrirtækjum.

#### Áfallandi kostnaður fyrir fóðrun

Við val á fóðri þarf einnig að taka tillit til flutnings- og geymslukostnaðar sem getur verið mismunandi á milli fóðurtegunda vegna mismundi vegalengda og fjölda afhendingatíma á ári (kaflar 6.2). Einnig skiptir miklu máli kostnaður við að undirbúa fóðrið til fóðrunar og í því sambandi má nefna umbúðir sem þarf að skera utan af pönnunum og kostnaður við að skera niður fóðrið í hæfilega bita fyrir fiskinn

(kafla 4.2).

### **Fóðursterð**

Engar rannsóknir hafa verið gerðar til að finna kjörsterð fódurs fyrir þorsk. Það hefur þó komið fram við fódrun á áframeldisþorski að erfitt getur verið að fá fiskinn til að taka stórt fóður eins og stóra síld, kolmunna og makríl. Þetta er áberandi þegar verið er að gefa uppþitt fóður en skiptir hugsanlega minna máli þegar frosið fóður er gefið. Hér skiptir miklu máli stærð fisksins en síðustu árin er áframeldisþorskurinn yfirleitt verið 1,5-3,5 kg en var stærri á fyrstu árum þorskeldiskvóta-verkefnisins. Aðrar tegundir eins og loðna og sandsíli eru af heppilegri stærð fyrir áframeldisþorsk.

Það er talið að þorskur eigi í meiri örðugleikum með að gleypa stóra síld á veturna en á sumrin þegar sjórinn er heitari (Waiwood o.fl. 1991). Það er því mælt með að fódra fiskinn ekki með stórra síld eða öðrum stórum fiski yfir vetrarmánuðina, sérstaklega þegar smár fiskur er í eldiskvíum. Sama gildir þegar mikil stærðardreifing er á fiskinum en þá er hætta á að aðeins stærsti fiskurinn fái eðlilega fódrun og að stærðardreifing aukist.

Fæðuagnir geta einnig verið of smáar og þó að stór þorskur (45-90 cm) skynji sökkvandi fóður allt niður í 2 mm stærð tekur hann síður fóður sem er undir 6 mm í þvermál (Brawn 1969).

### **Fóðurtaka og val á fódri**

Þorskur tekur ólíkar fóðurgerðir misvel (kafla 3). Þannig sýnir áframeldisþorskur loðnu og smokkfiski mikinn áhuga. Sandsíli og sári eru einnig eftirsóttar tegundir. Þorskurinn virðist síður taka síld og hefur tekið nokkra daga og jafnvel meira en viku að aðlaga fiskinn að henni ef hann hefur áður verið fódraður á loðnu. Í sumum tilvikum kann þetta að stafa af því að síldin er fullstórt æti fyrir fiskinn. Það á einkum við þegar síldin er fersk eða uppþídd en þá á smærri fiskurinn erfðara með að gleypa hana.

## **4.2 Undirbúningur og aðlögun**

### **Hvencær á að hefja fódrun á nýfönguðum fiski?**

Það fer mikið eftir veiðarfærum og meðhöndlun á fisknum hve langan tíma hann er að jafna sig (kafla 3.3). Þorskur getur verið án fódurs í



Mynd 4.1. Tekið utan af frosnum pönnum hjá Álfsvelli ehf. á Ísafirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 4.1. The frozen blocks prepared for feeding in sea cages (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).*

margar vikur en skortur á fæðu eykur streitu, árásarhneigð, uggabit og líkur á sjálfráni (Haugen o.fl. 2009). Það borgar sig því að byrja að gefa fiskinum fóður fljótlega eftir að hann kemur í eldiskvína. Það kann þó að vera hagstætt að bíða með fódrun þegar um kynþroska fisk er að ræða á hrygningartíma. Skv. reglugerð 224/2006 um vigtun og skráningu sjávaraflla er heimilt að geyma fisk í söfnunarkví í allt að einn mánuð. Lífþungaaukning og fóðurnýting mun mælast hærrí á eldistímanum ef fiskurinn er vigtaður eftir að hann hrygnir og áður en hann fer að taka fóður.

### **Frosið fóður**

Í dag er áframeldisþorski að mestu gefið frosið fóður. Fódrið er geymt í frystiklefum eða frystigámum í lengri eða skemmri tíma. Stærð þanna er allt frá um 9 kg upp í nokkur hundruð kg að þyngd. Algengast er að notaðar séu litlar pönnur með umbúðum utan um. Það er síðan veruleg vinna og kostnaður að taka utan af hverri pönnu (mynd 4.1). Til að draga úr kostnaði hefur einnig frystum pönnum án umbúða verið raðað á bretti og plasti vafið utan um til að draga úr þornun og þránun. Í öðrum tilvikum er fódrið fryst í yfir 100 kg einingum t.d. í fiskikörum í frystiklefa.

Kostir þess að nota frosið fóður fyrir áframeldisþorsk er að vinnan er aðeins minni en þegar látið er slakna á því (kafla 4.1). Hægt er að taka fódrið beint úr frystiklefa, taka utan af því setja í kar og fara út í kvíar og fódra. Frosið fóður flýtur í yfirborði meðan fiskurinn sargar og tætir það og því geta smáagnir úr fóðrinu





Mynd 4.2. Áframeldisþorskur að éta frosna norræna gulldeplu (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.2. Wild farmed cod eating frozen pearlside (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.3. Áframeldisþorskur að éta hálfrosið sand-síli (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.3. Wild farmed cod eating semi frozen sandeel (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

farið til spillis (mynd 4.2). Á móti kemur að uppþítt fóður getur sokkið niður á botn á kvinni eða borist út úr henni með straumum, einkum ef fóðrað er með smárrí fæðu svo sem loðnu, sand-síli og gulldeplu. Því er erfitt að fullyrða hvort frosið eða uppþítt fóður gefi betri fóðurstuðul.

Þegar gefinn er ferskur afskurður (hryggur, haus og innyfli) úr vinnslu uppsjávarfiska fylgir því oft mikil mengun og stórt hlutfall hráefnisins nýtist fiskinum ekki. Hjá Þorskeldi hefur afskurður verið frystur í blokkir fyrir gjöf og með því móti hefur verið hægt að draga úr mengun og fóðurtapi.

#### **Fóðrið undirbúið til fóðrunar**

Áframeldisþorskur hefur verið fóðraður með fersku, frosnu, hálfþíddu og uppþíddu fóðri. Við það að þíða fiskinn upp á sér stað niðurbrot á

næringarefnum. Til að halda niðurbrotinu í lágmarki er mælt með að þíða hráefnið í kæli við 2-3,5°C (Bernard o.fl. 2002). Við það næst einnig jafnari uppþíðing þ.e.a.s. slaknar betur á frostinu í pönnum sem eru í miðju bretti en þegar þítt er upp við stofuhita. Mælt er með að láta fóðrið þíðna á bretti og rétt áður en það er tekið til fóðrunar, er skorið utan af pönnunum og sett í kar. Kostir þess að láta slakna á fóðrinu er að fiskurinn er fljótari að éta það, nær stærri bitum og yfirlega eldismanna yfir kvíunum er minni en þegar notað er frosið fóður. Á móti kemur að vinnan eykst og alltaf er hætt á að nægilegt magn sé ekki tekið í uppþíðingu og skortur verði á fóðri sem búið er að þíða hæfilega mikið.

#### **Hve mikið á að þíða fóðrið?**

Mælt er með því að fóðrið sé hálfuppþítt en pönnurnar þó heilar þegar þær fara í kvína. Frostið á að vera það lítið að einstaka fiskar (eða fiskhlutar) losni greiðlega úr pönnunum þegar þorskurinn rífur fóðrið í sig (mynd 4.3) en ekki það uppþíðið að það sökkvi um leið og fiskurinn losnar frá pönnunni. Þetta fer þó mikið eftir tegundum og t.d. þíðna frosnar pönnur af gulldeplu fljótt að utan þannig að ysta lagið losnar frá. Lengur tekur að losa fóðrið í sundur ef mikið vatn hefur verið fryst með.

#### **Aðlögun fisksins að fóðrinu**

Það tekur alltaf ákveðinn tíma að aðlaga fiskinn að eldisaðstæðum (kafla 3.3) og fá hann til að taka fóður. Byrjað er á því að gefa lítið magn í einu helst daglega en smám saman er fóðrunin aukin og dregið úr fóðrunartíðninni. Þegar verið er að venja þorskinn á fóður er mælt með að nota eftirsótt fóður svo sem loðnu en skipta ekki yfir í annað fóður fyrr en fiskurinn er kominn í fulla fóðurtöku. Oft tekur einhverja daga að fá þorskinn til að byrja að taka fóður og getur hann verið kominn í fulla töku eftir 2-4 vikur.

Til að venja villtan þorsk á að taka fóður er æskilegt að hafa einnig í eldiskvíum „kennara“ þ.e.a.s. fiska sem hafa lagað sig að eldisaðstæðum og eru komnir í fulla fóðurtöku. Í atferlisrannsókn voru 20 áframeldisþorskar sem höfðu verið í eldi í sex mánuði settir í nýja eldiskví. Fyrst hélt þorskurinn sig niður við botn netpokans og á öðrum degi byrjaði fiskurinn að sækja upp á fóðarpallana án þess að snerta við fóðrinu. Það var fyrst á þriðja degi sem fiskurinn byrjaði treglega að taka

fóðrið. Í næstu tilraun voru 9 þorskar sem notaðir voru í fyrri tilrauninni og höfðu aðlagast aðstæðum settir í eldiskvína ásamt 10 nýjum fiskum svokölluðum „nemendum“. Nemendurnir eltu kennaranna upp á fóðurpallana og hófu strax að taka fóðrið (Björn Björnsson o.fl. 2010).

### 4.3 Fóðurmagn

#### Áætlað fóðurmagn

Þeir þættir sem eru mest ákvarðandi hve mikið fiskurinn étur af fóðri eru eftirfarandi (Jobling 1988):

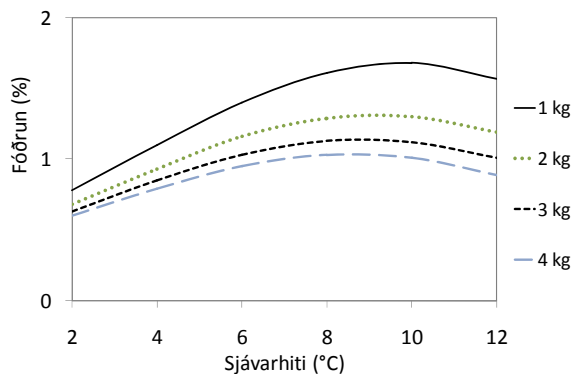
- Sjávarhiti
- Efna-/orkuinnihald fóðurs
- Þyngd fisks

Æskilegt er að fóðra eftir lyst fisksins og læra á atferli hans til að vita hvenær á að draga úr og stöðva fóðrun. Hins vegar er ágætt að hafa til viðmiðunar útreiknað fóðurmagn. Það er hægt að áætla fóðurmagn ( $F$ , í kg/dag) út frá hámarks vaxtarhraða ( $G$ , í %/dag) fyrir gefið hitastig ( $T$ , í °C) og þyngd á fiski ( $W$ , í g) (Björn Björnsson o.fl. 2007) og margfalda síðan með fóðurstuðli ( $f$ ) og lífþyngd ( $B$ , í g) í eldiseiningu. Ef gengið er út frá 0,5% dagvexti og fóðurstuðli 3 þarf að fóðra 1,5% af þyngd fisksins eða 4,5% þegar fóðrað er þriðja hvern dag.

Í þeim tilvikum sem stuðst er við útreiknað fóðurmagn (fóðurtöflur) þarf að hafa gott yfirlit yfir lífmassann í kvínni á hverjum tíma. Það krefst reglulegra meðalþyngdarprufa, nákvæmrar talningar í upphafi eldisins og á fiski sem drepst í eldinu. Til að valda þorskinum sem minnstu áreiti er mælt með að nota lífmassamæla til meta meðalþyngd fiska í kví. Fóðurtöflur henta betur fyrir aleldisþorsk en áframeldisþorsk. Ástæðan er sú að áframeldisþorskur vex mjög mikið fyrst eftir að hann er tekinn í eldið og fóðurþörf því tímabundið mikil.

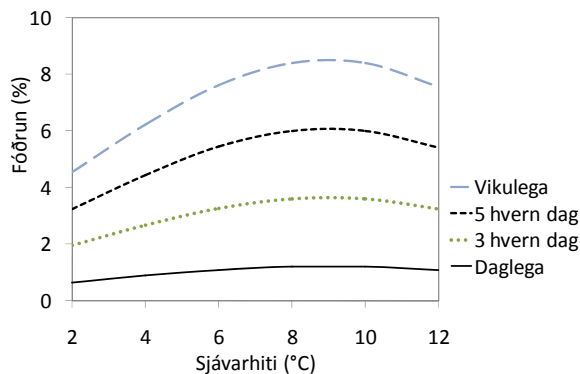
#### Fóðurmagn í gjöf

Sjávarhiti hefur mikil áhrif á fóðurmagn og ef miðað er við að fóðra 2 kg þorsk daglega þarf fóður sem nemur 0,65% af þyngd fisksins við 2°C og 1,2% við 8-10°C (mynd 4.4). Einnig þarf að fóðra smærri þorsk meira en stærri fisk. Við 10°C þarf að fóðra daglega 1 kg fisk um 1,68% af þyngd hans en 4 kg fisk aðeins um 1%. Stærð máltíða hjá þorski ræðst einnig af tíðni



Mynd 4.4. Hlutfall fóðurs af heildarþyngd fisks sem daglega þarf að fóðra áframeldisþorsk eftir fiskstærð og sjávarhita. Miðað er við að það þurfi 3 kg af fóðri til að auka þyngd fisksins um eitt kg (byggt á vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. 2007).

Figure 4.4. Amount of feed (% of fish weight per day) required for wild farmed cod according to fish weight and sea temperature. It is assumed that 3 kg of feed are required to increase fish weight by one kg (based on Björn Björnsson o.fl. 2007).

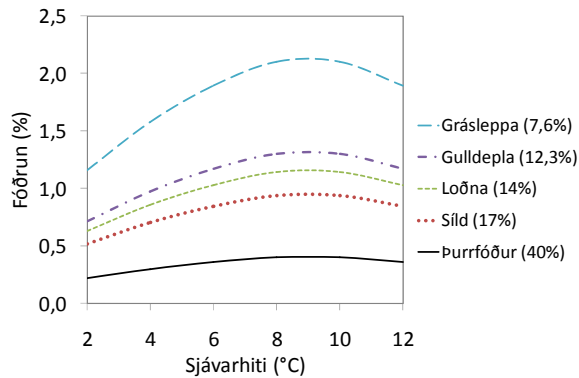


Mynd 4.5. Hlutfall fóðurs af heildarþyngd fisks sem þarf að fóðra 2,5 kg áframeldisþorsk eftir sjávarhita og tíðni fóðrana. Miðað er við að það þurfi 3 kg af fóðri til að auka þyngd fisksins um eitt kg (byggt á vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. 2007).

Figure 4.5. Amount of feed (% of total fish weight per day) required for 2.5 kg wild farmed cod according to sea temperature and frequency of feeding. It is assumed that 3 kg of feed are required to increase fish weight by one kg (based on Björn Björnsson o.fl. 2007).

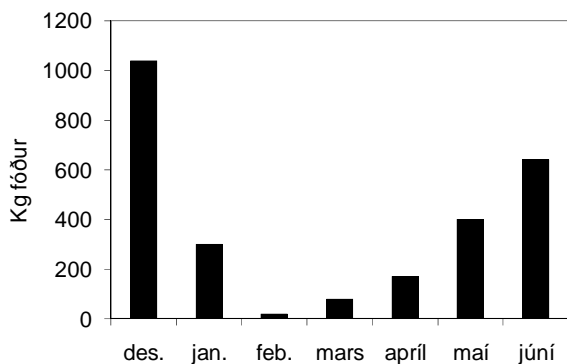
fóðrunar. Við 8°C þarf að fóðra 2,5 kg fisk 1,2% af þyngd sinni þegar fóðrað er á hverjum degi en 8,4% þegar fóðrað er vikulega (mynd 4.5).

Þorskur er með stóran og teygjanlegan maga og getur troðið sig út ef nægilegt æti er til staðar. Mikið magainnihald getur komið niður á sundgetu þorsksins. Í atferlisrannsóknum við



Mynd 4.6. Hlutfall fódurs af heildarþyngd fiskis sem daglega þarf að fódra áframeldisþorsk (2,5 kg) eftir sjávarhita og próteininnihaldi fódurs (í sviga). Miðað er við að það þurfi 1 kg af þurrfóðri til að auka þyngd fiskisins um 1 kg (byggt á vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. 2007).

Figure 4.6. Amount of feed (% of total fish weight per day) required for 2.5 kg wild farmed cod according to sea temperature and protein content of feed (in brackets). It is assumed that 1 kg of dry feed is required to increase fish weight by 1 kg (based on Björn Björnsson o.fl. 2007).



Mynd 4.7. Það dró úr áti hjá eldisþorski yfir hrygningartímamann frá 5. febrúar til 20. apríl (byggt á Holm o.fl. 1991).

Fig. 4.7. The food intake of mature cod decreased during the spawning period from 5 February to 20 April (based on Holm et al. 1991).

tilraunaaðstæður kom fram að mettur þorskur lá oftast hreyfingarlaus á botni tanksins (Björn Björnsson 1993). Það er einnig þekkt við náttúrulegar aðstæður að mettur þorskur heldur sig meira niður við botn og veiðist þá í meira mæli í botnvörpu en flotvörpu (Ólafur Karvel Pálsson 1985). Það getur því verið varasamt að fódra þorsk í eldiskvíum mikið í einu eftir langt fódrunarhlé ef vænta má þess að óveður sé í

aðsigi eða þegar sjávarfallastraumar eru óvenju sterkir.

### Áhrif próteininnihalds á fódurmagn

Próteininnihald í fódri hefur mikil áhrif á fódrun. Það þarf að fódra minna eftir því sem próteininnihald er hærra og er þá gengið út frá að hæfilegt hlutfall sé af öðrum næringarefnum í fóðrinu. Í útreikningunum er miðað við að það þurfi 1 kg af þurrfóðri til að auka þyngd fiskisins um 1 kg. Við 8-10°C þarf að fódra daglega 2,5 kg áframeldisþorsk með þurrfóðri sem nemur 0,4% af þyngd hans, síld 0,9%, loðnu 1,1%, gulldeplu 1,3% og grásleppu 2,1% af þyngd fiskisins (mynd 4.6). Það þarf því rúmlega fimm sinnum meira fódurmagn þegar fódrað er með grásleppu í samanburði við þurrfóður til að fullnægja próteinþörf fiskisins og tæplega þrisvar sinnum meira þegar fódrað er með loðnu.

### Skammtímabreytingar í fódurmagni

Það eru margir þættir sem hafa áhrif á fódurtöku þorsks innan sólarhrings og á milli daga. Í laxeldi getur t.d. fódurtaka verið breytileg um 20-40% á milli daga og einnig er verulegur munur í fódurtöku innan sólarhrings og er hún best í birtingu og þegar fer að rökkva (Einen og Mørkøre 1997). Rannsóknir á aldisþorski sýna einnig að mesta fódurtakan er í ljósa-skiptum á morgnana og á kvöldin á sólríkum dögum. Aftur á móti þegar það er skýjað étur fiskurinn jafnara yfir daginn (Solgaard 2005). Aðrar ástæður geta verið fyrir tímabundnu lystarleysi og í því sambandi er hægt að nefna:

- Fiskurinn hafi étið mikið í síðustu fódrun.
- Streita s.s. vegna ágangs afræningja.
- Breytingar í umhverfisþáttum s.s. birtu, skyggni og súrefnisinnihaldi sjávar.

### Langtímabreytingar í fódurmagni

Hér er átt við breytingar í fódurtöku sem nemur vikum eða mánuðum. Fyrst eftir að byrjað er að fódra horaðan villtan fisk á sér stað uppbótavöxtur sem getur leitt til aukinnar fódurtöku. Verulegur munur getur einnig verið á áti milli mánaða m.a. vegna kynþroska (mynd 4.7). Eftir að þorskurinn hefur náð ákveðinni stærð verður hann kynþroska á hverju ári og átið stöðvast að mestu nokkrum vikum fyrir hrygningu (Braaten 1984). Þorskurinn fer ekki að sýna fódri aftur áhuga fyrr en í lok hrygningar og að meðaltali stöðvast fódurtakan í um 70 daga yfir hrygningartímamann (Fordham & Trippel 1999).



Það dregur úr fódurtöku þegar sjávarhiti fer yfir 10-12°C seinnihluta sumar sérstaklega hjá stærri fiskinum. Skv. vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. (2007) dregur úr fódurtöku hjá 4 kg fiski sem nemur 10% þegar sjávarhiti fer úr 10°C í 12°C. Í reynd dregur stundum meira úr fódurtöku sem í einhverjum tilvikum kann af stafa af vanþrifum s.s. vegna sjúkdóma.

### Utanaðkomandi fóður

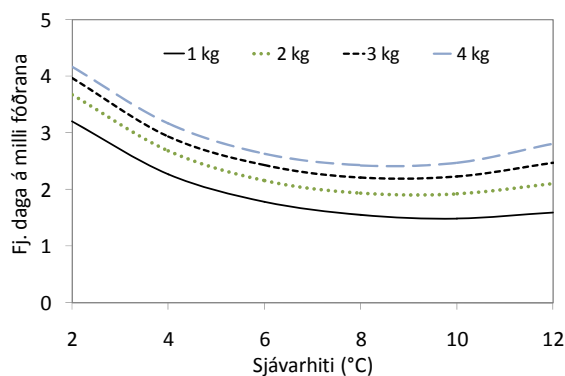
Í sumum tilvikum berst æti inn í eldiskvína sem þorskurinn étur. Í aleldisþorski sem fóðraður er á þurrfóðri hefur bæði fundist náttúruleg fæðudýr í maga (Strøm 2007) og hringormar í lifur (Björn Björnsson, óbirtar niðurstöður). Almenn er talið að utanaðkomandi fóður sé aðeins brot af því fóðri sem fiskurinn étur við eðlilega fóðrun. Ekki hefur þó orðið vart við umtalsverða fæðu í maga á áframeldisþorski sem hefur verið sveltur í lengri tíma fyrir slátrun. Það eru aftur á móti heimildir fyrir því að þorskur hafi verið fullur af ljósátu í söfnunarkví sem staðsett var innan við Æðey í Ísafjarðardjúpi. Þorskurinn var fangaður af Val ÍS 20 þann 27. október 2009 og tekinn úr söfnunarkvínni þann 12. desember. Hér er um að ræða litla kví sem er 30 metrar í ummál, 6 metra djúp og möskvar á netpoka 80 mm. Líkur á að áframeldisþorskur éti náttúruleg fæðudýr aukast að öllum líkindum eftir því sem kvíin er minni og eflaust má gera ráð fyrir herra hlutfalli fæðu í maga eftir því sem þéttleiki er minni.

Á netpokanum og þá sérstaklega í þeim tilvikum sem ekki eru notuð gróðurhamlandi efni vex æti á pokanum sem fiskurinn getur nýtt sér og þá sérstaklega krækling. Oft hefur orðið vart við staka kræklinga í maga áframeldisþorsks. Í einstaka tilvikum getur maginn verið útþaninn af kræklingi í einstaka fiski eins og t.d. í einni kví hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. í september 2009, en þar var nýlega búið að hreinsa nótina og losa kræklinginn og hann því aðgengilegri fyrir fiskinn.

## 4.4 Fóðrunartíðni

### Tíðni fóðrana - Niðurstöður rannsókna

Hve oft þarf að fóðra fer eftir fiskstærð og sjávarhita. Til að finna heppilega fóðrunartíðni fyrir þorsk hafa verið gerðar nokkrar tilraunir. Í einni þeirra kom fram að nægilegt væri að fóðra 200-800 g þorsk við 8°C annan hvern dag með þurrfóðri (Rosenlund o.fl. 2004). Í enn einni



Mynd 4.8. Áhrif sjávarhita og fiskstærðar á tíðni fóðrana þegar miðað er við að þorskurinn sé fóðraður í hvert sinn sem nemur 2,5% af þyngd (byggt á vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. 2007).

Figure 4.8. Influence of sea temperature and fish weight on frequency of feeding when fish are fed each time 2.5% of body weight (based on the growth model of Björn Björnsson o.fl. 2007).

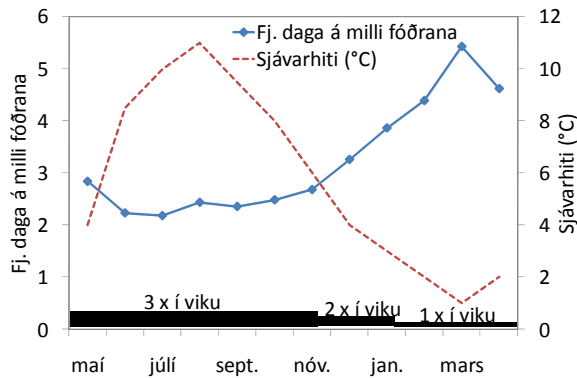
tilraun kom fram að það jók ekki vöxt þorsks (400-1000 g) við 10°C og lágan þéttleika (10 kg/m<sup>3</sup>) að fóðra hann oft en þrisvar sinnum í viku með þurrfóðri um sumarið (Lambert og Dutil 2001). Það jók ekki vöxt þorsks (500-2600 g) við 3,3-16,6°C að fóðra hann oft en 2-3 sinnum í viku með þurrfóðri í samanburði við fimm sinnum. Aukinn tíðni fóðrana hækkaði jafnframt fóðurstuðulinn úr 1,35 upp í 1,47 (Solberg o.fl. 2006).

Tíðni fóðrunar ræðst einnig af hráefninu sem notað er til að fóðra fiskinn. Hjá Þorskeldi hefur komið fram að þorskurinn er lengur mettur eftir að hann er fóðraður með heilli feitri síld. Það er í takt við niðurstöður rannsókna að stór og orkurík fæða sé lengur að meltast (Jobling 1988; dos Santos og Jobling 1991a).

Við mikinn þéttleika getur þurft að fóðra þorskin oft. Þannig var vöxtur meiri við 40 kg/m<sup>3</sup> þegar fóðrað var fimm sinnum í viku samanborið við 2-3 sinnum í viku (Lambert og Dutil 2001).

### Áhrif sjávarhita og fiskstærðar á tíðni fóðrana

Þörf á tíðum fóðrunum minnkar með lækkandi sjávarhita (mynd 4.8). Þegar miðað er við 2 kg þorsk er nægilegt að fóðra á 2 daga fresti (3-4 x í viku) yfir sumarmánuðina (6-12°C) þegar fóðrað er sem nemur 2,5% af þyngd fisksins. Átið minnkar hjá þorskinum með lækkandi sjávarhita einkum vegna þess að þorskurinn étur sjaldnar, en ekki vegna þess að hann éti minna í hvert skipti (Waiwood o.fl. 1991). Yfir há-



Mynd 4.9. Reiknaður fjöldi daga á milli fódra miðað við að fiskurinn sé fódraður 2,5% af þyngd sinni í hvert sinn og tillaga um fjölda fódra á viku. Þorskurinn er tekinn í eldið í maí, 2 kg að þyngd og kominn í um 5 kg í apríl (byggt á vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. 2007).

Figure 4.9. Calculated number of days between feeding of wild farmed cod based on feeding 2.5% of body weight and recommended number of feedings per week. Wild cod (2 kg) captured in May and on-grown to 5 kg in April next year (based on the growth model of Björn Björnsson o.fl. 2007).



Mynd 4.10. Fóðurkvi hjá Brimi hf. í Eyjafirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.10. A feed pen inside the sea cage with wild farmed cod (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

veturinn (2°C) er nægilegt að fódra 2 kg ókynþroska þorski 2 x í viku (mynd 4.8).

Þörf á tíðum fódrunum minnkar með aukinni stærð fisksins (kafla 3.4). Við 8°C þarf að fódra 1 kg þorsk 4-5 x í viku (1,6 dagar á milli fódra) en 4 kg fisk 3 x í viku (2,4 dagar á milli fódra) og er þá miðað við að fiskurinn sé fódraður sem nemur 2,5% af þyngd (mynd 4.8).

### Lægri fódrunartíðni á hrygningartíma

Megnið af þeim þorski sem tekinn er í áframeldi hér á landi verður kynþroska fyrsta veturinn. Í atferlisrannsókn kom fram að kynþroska hrygnur hættu að taka fóður um einum mánuði áður en hrygning hófst. Þær byrjuðu síðan að taka aftur fóður skömmu áður en hrygningu lauk og að meðaltali átu fiskarnir ekkert yfir 70 daga tímabil. Einstakir fiskar hófu hrygningu á mismunandi tíma og því var ákveðið hlutfall fiskanna sem tók fóður á hverjum tíma (Fordham og Trippel 1999). Á þeim tíma sem þorskurinn hrygnir við norðanvert landið er sjávarhiti lágur og efnaskipti hjá fiskinum hæg. Það ætti því ekki að hafa mikil áhrif á vöxt þó svo að dregið yrði verulega úr fódrun eða hún stöðvuð í 1-2 mánuði á hrygningartímanum.

### Æskileg fódrunartíðni

Hér er miðað við að fiskurinn sé tekinn í eldið í byrjun maí og að það taki hann um einn mánuð að aðlagast aðstæðum. Fyrsta mánuðinn er þá fiskinum gefið að lágmarki þrisvar sinnum í viku og lítið í einu á meðan hann er að venjast eldisaðstæðum og fódruinu. Í júní þarf síðan að gefa 2,0 kg fiski daglega 1,26% af þyngd hans og er þá miðað við vöxt skv. vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. (2007) og að fódurstuðull sé 3,0. Þegar miðað er við að í hverri gjöf sé fiskinum gefið fódurmagn sem nemur 2,5% af þyngd hans þarf að fódra fiskinn u.þ.b. 3 sinnum í viku mánuðina maí/júní til nóvember (mynd 4.9). Þegar líða fer á sumarið og sjávarhiti fer yfir 10-12°C getur verið æskilegt að draga úr fódrun þegar vart verður við vanþrif sérstaklega hjá stærri fiski (>3 kg). Mælt er með að dregið sé úr fódurmagni í gjöf en ekki dregið úr tíðni fódra. Það skal þó haft í huga að það getur valdið vanfóðrun á bældum fiski og auknið stærðardreifingu ef dregið er úr fódrun í lengri tíma. Mikilvægt er draga verulega úr fódrun eða stöðva tímabundið ef vart verður við sjúkdóma og afföll aukast. Frá nóvember-desember er fiskinum gefið tvisvar sinnum í viku fram í janúar-febrúar og eftir það er honum gefið einu sinni í viku fram í lok apríl. Gera má ráð fyrir að fódurtakan sé lítil mánuðina febrúar-apríl þar sem megnið af fiskinum er kynþroska. Það væri því að skaðlausu hægt að fækka fódrunum niður í tvisvar í mánuði án þess að það hefði áhrif á vöxt fisksins. Upp á eftirlit með búnaði og fiski er þó mælt að farið sé að

lágmarki einu sinni í viku út í kvíar og fiskinum gefið fóður til að meta ástand hans.

#### 4.5 Fóðrunaraðferðir

##### *Þrjár aðferðir*

Við fóðrun á áframeldisþorski hafa verið notaðar nokkrar aðferðir og má skipta þeim í eftirfarandi flokka:

- **Fóðurkví**, þegar lítil kví er höfð inni í eldiskvínni og í hana sett frosið fóður (mynd 4.10).
- **Beint í eldiskví**, þegar frosnar pönnur eru settar beint í kvína (mynd 4.11).
- **Handfóðrun**, þegar fersku eða uppbíddu fóðri er handmokað eða sturtað úr kari (mynd 4.12).

##### *Fóðurkví*

Ýmsar útfærslur eru á fóðurkví en almennt samanstendur hún af hringlaga floteiningu og niður úr henni hangir net með þyngingu og er opið að neðan. Algengasta stærð af fóðurkvíum er 1,5-3,0 metrar í þvermál. Í minni eldiskvíum (50-60 m ummál) er yfirleitt notuð ein fóðurkví. Tvær fóðurkvíar hafa verið notaðar hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. í 90 m hringjum.

Hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. eru fóðurkvíarnar um 3 m í þvermál og 3 m að dýpt. Tveir PE hringir eru festir saman og á milli þeirra eru flotkúlur. Fóðurkvíarnar eru byggðar upp eins og keila á hvolfi og eru opnar að neðan. Í þeim er þéttriðið net, 35 mm möskvar og botninn þyngdur með keðjum (mynd 4.13).

Stundum er net haft yfir fóðurkvínni til að halda fuglinum frá fóðrinu. Fóðurkvíin er höfð fyrir miðri eldiskví og þegar fóður er sett í hana er hún dregin að bát og frosnu fóðri sturtað úr kari beint í kvína (mynd 4.14). Fóðurkvíin er síðan dregin aftur í miðja eldiskví og fest þar.

Strax og frosið fóður er komið í fóðurkví byrjar þorskurinn að naga pönnurnar að neðanverðu en möskvar eru yfirleitt það litlir að fiskurinn nær ekki að naga það í neinum mæli í gegnum netið. Engar rannsóknir hafa verið gerðar á fóðrunaraðferðum. Með því að setja allt fóður í eina fóðurkví er talið hugsanlegt að aðgengi bældra fiska sé takmarkað sem auki á stærðardreifingu á fiskinum og fjölgi aumingjum þ.e.a.s. fiskum sem taka ekki fóður. Eflaust má draga úr hlutfalli bældra fiska með að hafa stærri

Mynd 4.13. Fóðurkví hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. (Ljósmynd: Þórarinn Ólafsson).

Figure 4.13. A special feed pen for on-growing of cod (Photo: Thorarinn Ólafsson).



Mynd 4.11. Frosin loðna sett beint í eldiskví hjá Guðmundi Runólfssyni hf. í Grundarfirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.11. Whole frozen capelin released directly into sea cage with wild farmed cod (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.12. Niðurskorinni sild sturtað úr kari í eldiskví hjá Glaði ehf. í Skutulsfirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.12. Chopped herring released from a tub into a sea cage with wild cod (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.13. Fóðurkví hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. (Ljósmynd: Þórarinn Ólafsson).

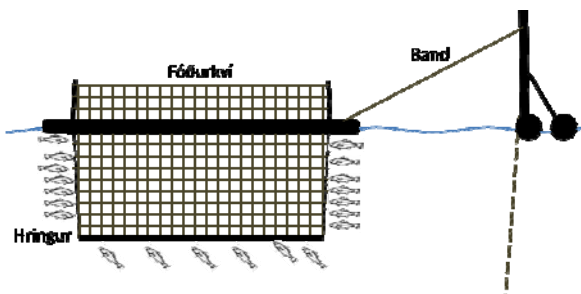
Figure 4.13. A special feed pen for on-growing of cod (Photo: Thorarinn Ólafsson).





Mynd 4.14. Fóðurkví dregin að fóðurbát Álfshells ehf. í Skutulsfirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.14. Hauling feed pen to the boat (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.15. Hugmynd að stærri fóðurkví með meiri þyngingu í neti, stærri netmöska og grófara garni en í hefðbundnum fóðurvímum (Teikning; Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.15. An idea of a bigger feed pen, with larger mesh size, thicker twine and heavier weights than in traditional feedpens (Drawing: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.16. Frosnar pönnur sem settar eru beint í eldiskví dreifast um kvína (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.16. Frozen fish blocks released directly into sea cage with wild farmed cod (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

fóðurkví og auka stærð möskva til að fiskurinn geti étið fóðrið frá hlið jafnt sem að neðanverðu. Í neðri hluta netsins væri þá hafður þungur hringur til að halda netinu strekktu og netið verður að vera úr grófu garni til að koma í veg fyrir að fiskurinn ánetjist (mynd 4.15).

### Frosið fóður beint í eldiskví

Með því að setja frosnar pönnur í eldiskví næst að dreifa fóðrinu betur um kvína. Þá er frosnum pönnum sturtað beint úr kari í eldiskví og fiskurinn sér síðan um að dreifa þeim um stóran hluta af kvínni (mynd 4.16). Talið er að með þessari aðferð verði aðgengi bældra fiska að fóðrinu betra, stærðardreifing verði minni og færri drepist úr hor.

Í þeim tilvikum sem straumar og öldur eru miklar er alltaf hætt á að frosnu pönnurnar haldist úti í netinu og fóður berist út úr kvínni þegar það þiðnar. Það kann því að vera skynsamlegt að setja hluta af fóðrinu í fóðurkví þegar veður er óhagstætt. Best er að setja fóðrið í eldiskvína þannig að pönnurnar nái að reka út í miðja kví. Geta fiska til að dreifa fóðrinu um kvína og halda því frá netinu fer eftir stærð pannanna. Þegar notaðar eru stórar frosnar pönnur eða margar litlar sem eru frosnar saman getur verið erfitt fyrir smáan fisk að ýta þeim um eldiskvína (mynd 4.17).

### Handfóðrun

Handmökstur á fóðri úr kari í eldiskví er ekki lengur stundaður í neinum mæli enda tímafrekt og erfitt. Í dag er algengara að heilum ferskum, uppþíddum eða niðurskornum fiski sé sturtað rólega úr karinu til að þorskurinn nái að éta fóðrið áður en það sekkur til botns. Með þessari aðferð er eflaust hægt að hafa góða stjórn á fóðrun í góðu veðri en það getur verið erfitt að koma í veg fyrir yfirfóðrun í brælum þegar fóðurbátur veltur mikið við eldiskví. Einnig er hætt við að hluti af fóðrinu skolist út úr kvínni með straumum og ölduróti.

Í þeim tilvikum sem fóðrið hefur verið of stórt fyrir fiskinn hafa skurðarhnífar verið notaðir. Hjá SVN var útbúið um 600 lítra síló með skurðarhníf neðst í opi þess. Sturtað var úr kari í síló sem skar síldina í bita niður í kar sem haft var undir því. Síðan var farið með karið út að eldiskvíunum og niðurskorin síld handfóðruð í fiskinn (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2005). Hjá Kví og Veidibjöllunni voru gerðar tilraunir með að skera fóðrið um borð í

bát með beituskurðarhníf og fleyta út í eldiskví. Þegar skorin síld skilaði sér í kvína myndaðist mikið grugg og einnig var töluverður hávaði í hnífnum en það stressaði fiskinn og truflaði fódurtökuna. Þetta olli því að fiskurinn leit ekki við stórum hluta af síldinni og hún safnaðist fyrir á botni kvíarinnar. Mörg ár eru síðan þessar tilraunir voru gerðar og ekki orðið framhald á þeim.

### Fóðurskammtar

Mælt er með að u.þ.b. 70% af áætluðu fódurmagni sé fyrst gefið í eldiskvína. Þegar búið er að setja fóður í allar eldiskvíar er farið í fyrstu kvína og athugað hvort fiskurinn er búinn með skammtinn eða hvort fódurtakan sé það góð að ástæða sé að auka við fódurgjöfina. Það er góð vinnuregla að yfirgefa ekki eldiskvíarnar á meðan frosnar pönnur eru fljótandi í yfirborði sjávar. Með því er minni hætt á undir- eða yfirfóðrun og betur hægt að koma í veg fyrir að fuglar komist í fóðrið þegar fuglanet er ekki notað.

### Skipt um fódurtegund

Almennt gengur vel að skipta á milli fódurtegunda og fiskurinn byrjar fljótt að éta nýtt fóður í sama mæli og fyrri fódurtegund. Einna verst hefur reynst að venja áframeldisþorsk á kolmunna og hjá Þorskeldi hefur það tekið allt að 2-3 vikur. Áhugi þorsksins fyrir nýju fóðri fer mikið eftir því hvernig staðið hefur verið af fóðruninni. Þegar fiskurinn hefur verið fóðraður á einni tegund í lengri tíma getur verið erfitt að skipta yfir í nýja tegund. Aftur á móti hjá þorskeldisfyrirtækjum sem fóðra fiskinn með mörgum fódurtegundum og jafnvel nokkrum samtímis er auðveldara að fá fiskinn til að taka nýtt fóður. Æskilegt er að venja fiskinn á nýja fódurtegund með því að fóðra í ákveðinn tíma með bæði gömlu og nýju fódurtegundinni samtímis áður en skipt er alfarið yfir.

## 4.6 Varnir og eftirlit með fóðrun

### Ágangur fugla

Fuglar sækja í fóðrið sem flýtur í sjávaryfirborði í eldiskvínni (mynd 4.18). Þegar notaðar eru fódurkvíar má draga úr ágangi fugla með að setja net yfir þær. Þá þarf jafnframt að gæta að því að það sé vel fyrir ofan fóðrið þannig að fuglinn nái ekki að yta netinu niður með eigin þunga til að komast í fóðrið. Í flestum tilvikum



Mynd 4.17. Áframeldisþorskur ýtir frosinni pönnu á undan sér (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 4.17. Wild farmed cod push a frozen fish block within the sea cage (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).*



Mynd 4.18. Fuglinn sækir mikið í fóðrið og þegar kvíar eru ekki varðar með neti þarf að vakta þær á meðan fóður flýtur í kvínni (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 4.18. Birds try to take feed in unprotect sea cages with wild farmed cod (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).*

er fóðrið fljótandi um alla eldiskví og þarf því að setja net yfir hana alla til að hindra aðgang fugls að fóðrinu (mynd 4.19). Það er misjafnt hve ágengur fuglinn er og fer það eftir framboði á öðru æti í nágrenninu. Stundum dugar að festa fuglanetið við handriðið á kvínni en í sumum tilvikum þarf að festa netið við hoppnetið til að varna ágangi skarfa. Til að koma í veg fyrir að skarfurinn komist inn í eldiskvína þarf möskva-stærðin á fuglanetinu að vera 100 mm eða minni (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010c).

### Eftirlit með yfirfóðrun

Það er misjafnt hvernig þeir sem fóðra fiskana meta hvenær þeir eru mettir. Þó að auðveldara sé að fylgjast með fódurtöku hjá þorski en laxi





Mynd 4.19. Fóðri sturtað í fóðurkví sem síðan er dregin inn í miðja eldiskví og net síðan strengt yfir alla kvína (Ljósmynd: Þórarinn Ólafsson).

Figure 4.19. Frozen feed released into a feed pen which is hauled to the middle of the sea cage and a bird net stretched over the cage (Photo: Thorarinn Olafsson).

og regnbogasilungi (Einen 2001) getur verið gagnlegt að nota hjálparbúnað við fóðrun á þorski. Til að fylgjast með fóðrun og koma í veg fyrir yfir- eða undirfóðrun hjá áframeldisþorski er hægt að beita eftirfarandi aðferðum:

- Sjónmat, yfirgefa ekki eldiskvíar fyrr en fiskurinn er búinn að éta allt fóður.
- Leita að fóðurleifum í dauðfiskaháfi.
- Nota söfnunarbúnað undir fóðurkví.
- Fylgjast með magni af villtum fiski við kvíar.

### Sjónmat

Þessari aðferð er hægt að skipta í eftirlit með fóðurtöku í yfirborði eins og algengast er í þorskeldi og notkun neðansjávarmyndavéla sem t.d. eru notaðar við fóðrun á laxi með þurrfóðri. Það fer mikið eftir veðurfari hvernig til tekst að fylgjast með áti fisksins í yfirborði. Alltaf er meiri hættu á yfir- eða undirfóðrun í vondu veðri en í góðu veðri þegar skyggni er betra og sá sem fóðrar gefur sér góðan tíma til að fóðra fiskinn að mettun. Til að stytta þennan tíma er mælt með að gefa hálfþítt fóður.

Eins og með sjónmat í yfirborði byggist eftirlit með neðansjávarmyndavélum á mati þess sem fóðrar. Við fóðrun á laxi sem stendur yfir lengri tíma en hjá þorski krefst notkun neðansjávarmyndavéla mikillar yfirlegu. Þróunin hefur verið að fækka starfsmönnum og hafa þeir því takmarkaðan tíma til að fylgjast með hverri

fóðurgjöf (Skretting 2009). Vegna mun færri fóðrana í þorskeldi en laxeldi er hægt að verja meiri tíma í hverja fóðrun.

### Dauðfiskaháfur

Til að fylgjast með yfirfóðrun er leitað fóðurleifa í dauðfiskaháfi. Það hefur þó ekki verið rannsakað hve nákvæm þessi aðferð er til að fylgjast með yfirfóðrun. Hugsanlega virkar dauðfiskaháfurinn vel til að fylgjast með yfirfóðrun þegar straumar eru litlir og það fóður sem fiskurinn ekki étur fer beint niður í háfinn. Aftur á móti þegar straumur er mikill má gera ráð fyrir að fóðrið fari út í hliðarnet eða niður í keiluna og nái ekki að renna niður í háfinn eins og gerist stundum með dauðan eldisfisk (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010b). Við köfun um haustið 2008 varð vart við uppsöfnun á síld í eldiskvíum hjá Álfsfelli. Síldin var föst í hliðarneti og í botni netpoka og var byrjuð að rotna. Í einhverjum mæli má gera ráð fyrir að fiskar eða fuglar utan kvíar éti fóðurleifar sem liggja utan í netinu eða að þær nái að rotna og leka út um möskvana. Það er vel þekkt að afræningjar sækja í eldiskvíar þegar fóður og dauður fiskur liggur á botninum (Aqua management 2004). Hjá Síldarvinnslunni bar á smáum götum á botni netpoka á árinu 2004. Þegar netpokinn var skoðaður í neðansjávarmyndavél varð vart við að villtur þorskur nagaði netpokann á stöðum þar sem dauður þorskur eða fóðurleifar lágu.

Dauðfiskaháfur virðist ekki virka nema í þeim tilvikum sem æti er stórt eins og beitusíld og aðrar stærri fóðurtegundir. Helst er að finna síld í dauðfiskaháf í ágúst og september þegar sjávarhiti er hæstur og á veturna þegar fiskurinn er að hrygna. Gera má ráð fyrir að smærri fóður s.s. loðna og síli renni út um möskva netpokans og sé étið af villtum fiski eða sökkvi alla leið til botns og sé étin af botndýrum eða nái að rotna þar.

Til að tryggja að dauðfiskaháfur virki sem best er mikilvægt að netpokinn sér stöðugur í sjónum og aflagist ekki (Valdimar Ingi Gunnarsson o.f. 2010b). Á straummiklum svæðum þarf því að vera með verulegar þyngingar í netpokanum til að varna því að hann aflagist og fóður nái að renna í háfinn. Mikilvægt er að hallinn á keilunni sé nægilega mikill til að fóður nái að renna niður í háfinn. Til að keilan haldist strekkt þarf að hafa verulegar þyngingar á dauðfiskaháfunum.



### Söfnunarbúnaður undir fódurkví

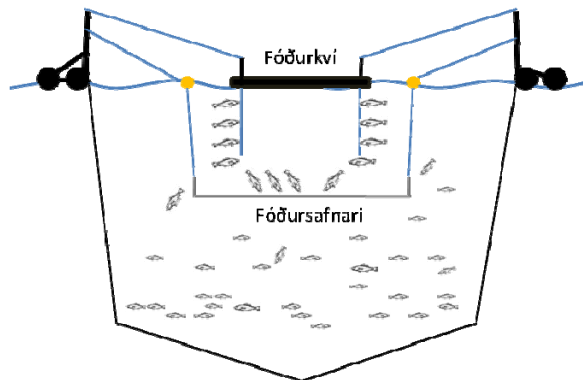
Ein leið til að fylgjast með yfirfóðrun er að hafa fódurtrekt undir fódurkví. Þessi búnaður er notaður til að fylgjast með yfirfóðrun þegar fóðrað er með þurrfóðri. Hann virkar þannig að fóður sem fiskurinn étur ekki sekkur niður í trekt og er þaðan dælt upp um slöngu í gegnum nema sem skynjar yfirfóðrunina. Erfitt er að koma fyrir þessari útfærslu þar sem aðgengi að rafmagni er ekki til staðar í flestum sjókvía-eldisstöðvum með áframeldisþorsk hér á landi.

Önnur aðferð er að nota stóran, grunnan og hringlaga fódursafnara með u.þ.b. 50 cm hliðarneti og flotteinu efst en járnhring með strekktu neti með smáum möskva á botni til að taka við sökkvandi fódurleifum (mynd 4.20). Hliðarnetið er nauðsynlegt til að koma í veg fyrir að fóðrið skolist af botnnetinu en vegna þess að botninn á safnanarum er strekktur og hliðarnetið grunnt er auðvelt fyrir þorskinn að tína upp fóðrið og því ekki þörf á að fóðra í kvína fyrir en fiskurinn hefur tæmt safnarann. Ef þorskurinn vill ekki éta fóðrið er hægt að draga safnarann undan fódurkvínni og að bátshlið til að hreinsa upp úr honum.

### Villtur fiskur við kvíar

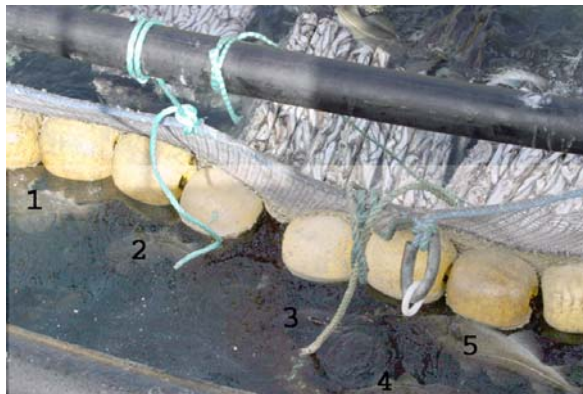
Vart hefur orðið við uppsöfnun á villtum þorski undir eldiskvíum hér á landi en ekki hefur verið kannað um hve mikið magn er að ræða (mynd 4.21). Í Noregi og Skotlandi hefur mælst með veiðum u.þ.b. 10 sinnum meira af fiski undir sjókvíum en í næsta nágrenni (Carss 1990; Björn o.fl. 2007). Við níu norskar laxeldisstöðvar voru að meðaltali um 10 tonn af villtum fiski (0,6-42 tonn) (Dempster o.fl. 2009). Mikið magn af fiski undir og við kvíar bendir til þess að yfirfóðrun eigi sér stað. Eftir að hætt er að fóðra dregur mikið úr þéttleika fisks undir kvíunum en er þó áfram meiri en í næsta nágrenni (Tuya o.fl. 2006; Björn o.fl. 2007). Það er því ekki eingöngu æti sem dregur fisk að kvíunum heldur einnig skjól sem myndast við þær.

Erlendar rannsóknir sýna að magn fiska undir eldiskvíum er mismunandi eftir árstímum (Valle o.fl. 2007). Mest fiskgengd inn í firði hér á landi er oftast fyrrihluta sumars og því líklegast að vænta megi mestrar uppsöfnunar á fiski undir kvíum yfir sumarmánuðina. Fiskgengd inn í firðina er einnig mismunandi á milli ára og sum árin er lítið af fiski inni í fjörðum. Þá ná fódurleifar að sökkva til botns og verða



Mynd 4.20. Fódursafnari undir fódurkví tekur við sökkvandi fóðri (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.20. Feed collector located below the feed pen (Drawing: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.21. Villtur þorskur utan við eldiskvína sækir í fóðrið (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 4.21. Wild cod attracted to feed from the sea cage (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

fæða fyrir ýmsa hryggleysingja, svo sem krabba, marflær og krossfiska.

Gerðar hafa verið rannsóknir á holdafari þorsks og ufsa við eldiskvíar og það borið saman við holdafar fiska lengra frá eldisvæðinu. Niðurstöðurnar sýna að bæði holdastuðull og lifrarhlutfall er hærra á fiski við kvíar en á svæðum fjarri kvíum (Uglem o.fl. 2009). Það getur því verið ágæt leið til að meta yfirfóðrun að fylgjast með magni af fiski við eldiskvíar t.d. með dýptarmæli, gildrum og mæla lifrarhlutfallið í fiski sem veiðist.

## 5. Þættir sem hafa áhrif á fódurstuðul

### Skilgreining á fódurstuðli

Oft er svokallaður fódurstuðull notaður til að lýsa fódurnýtingunni:



Mynd 5.1. Fugl að éta fúðurleifar sem berast út úr eldiskvínni (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 5.1. Birds eat feed that drift out of the sea cage (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 5.2. Fita úr mjög feitu fúðri sem safnast hefur á netpoka, korka og plaströr (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 5.2. Fat from fatty feed accumulating on net, cork and pipes (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Fóðurstuðull = gefið fúður/heildarvöxtur á ákveðnu tímabili.

Með öðrum orðum er fóðurstuðull magn fúðurs (kg) sem þarf að gefa til að fiskurinn auki þyngd sína um eitt kg.

#### Ástæður fyrir háum fóðurstuðli

Ástæður fyrir háum fóðurstuðli eru margar og geta verið ein eða fleiri skýringar á lakri fóðurnýtingu hjá einstökum fyrirtækjum. Helstu þættir sem hafa áhrif á fóðurstuðulinn eru:

- Samsetning og eiginleikar fúðurs
- Fúðurmagn og framkvæmd fóðrunar
- Næringarástand fisks og afföll
- Aldur fisks og kynþroski
- Lengd eldistíma og sjávarhiti

## 5.1 Samsetning og eiginleikar fúðurs

### *Hlutfall fúðurs sem nýtist ekki fiskinum*

Þegar fúðri er pakkað til frystingar berst stundum í pönnuna vatn eða sjór sem nýtist ekki eldiskvímum. Á móti getur komið yfirvigt sem oft er höfð þegar fúðrið er fryst. Í sumum tilvikum er fúðrið blandað öðrum tegundum sem þorskurinn étur ekki, s.s. of stór fiskur. Þegar gefið er frosið fúður losna fisktægjur og fita sem berst út úr eldiskvínni og er m.a. fæða fisks og fugla (mynd 5.1). Þetta hefur ekki verið mælt sérstaklega en gera má ráð fyrir að töluverður munur sé á milli farma allt eftir tegundum og hvernig staðið hefur verið að flokkun og frystingu á hráefninu. Áberandi hátt hlutfall af fúðri fer til spillis þegar gefin er norræn gulldepla og afskurður úr vinnslu uppsjávarfiska (hryggur, haus og innyfli). Við fóðrun á mjög feitum fiski eins og norrænu gulldeplu og síld myndast fitubrúk sem getur safnast í miklum mæli á netpokann og plaströr (mynd 5.2). Þessi fita fer því forgörðum sem horaður áframeldisþorskur hefði getað nýtt að fullu á meðan hann er að byggja upp lifrina.

### *Fituinnihald*

Fóðurstuðullinn ræðst að verulegu leyti af fitu- og þurrefnisinnihaldi fúðursins. Með notkun á feitri loðnu (16,6% fita og 33,1% þurrefni) var fóðurstuðullinn 2,3 en 4,2 þegar notuð var mögur loðna (4,3% fita og 20,4% þurrefni) (Björn Björnsson 1997b). Enginn munur var á vexti þessara tilraunahópa. Líkleg skýring á háum fóðurstuðli er að fituinnihald í magra fóðrinu hafi verið of lágt til að duga fyrir bruna og fiskurinn hafi notað prótein að hluta sem orkugjafa sem er mjög óhagkvæmt ferli. Þorskur getur viðhaldið hámarksvexti með því að auka átið þegar fita og prótein eru ekki í réttum hlutföllum í fóðrinu (Hatlen o.fl. 2006).

### *Próteininnihald*

Próteininnihald er mismunandi eftir fisktegundum (kaflí 2.3). Í samanburði á síld og loðnu hefur mælst betri fóðurstuðull þegar síld er notuð sem fúður fyrir áframeldisþorsk (Murphy 2002), enda er prótein- og fituinnihald síldar herra en í loðnu. Fisktegundir með hesta próteininnihaldi ættu að vera með lágstan fóðurstuðul að því gefnu að hæfilegt innihald sé af öðrum næringarefnum og að hlutfall fitu sé að lágmarki 40% af þurrefnisinnihaldi (mynd

5.3). Hér er gert ráð fyrir að þurrfóður sé með fódurstuðullinn 1 og að próteininnihald sé 40%. Fódurstuðullinn hækkar síðan eftir því sem próteininnihald í fóðrinu lækkar og er 2,4 í síld og 5,3 fyrir grásleppu.

### Næringarskortur

Almenn einkenni næringarskorts er minni vöxtur, lystarleysi og aukinn afföll (Waagbø 2001). Ef þorskur er alinn á heilum fiski í langan tíma getur það dregið úr vexti og hækkað fódurstuðul, s.s. vegna skort á thíamíni (Austreng o.fl. 2003; Beveridge 2004). Skortur á ákveðnu vítamíni eða öðrum mikilvægum efnasamböndum getur hugsanlega orðið til þess að fiskurinn éti meira til að fullnægja næringarþörf sinni með tilheyrandi hækkingu á fódurstuðli. Vöxtur og fódurnýting hefur verið mismunandi hjá þorskeldisfyrirtækjum, milli ára og í einstökum kvíum, en það hefur þó ekki verið sýnt fram á að lök fódurnýting sé vegna næringarskorts. Jafnframt er heldur ekki hægt að útiloka að það hafi átt sér stað, einkum hjá áframeldisþorski á öðru og þriðja ári í eldi.

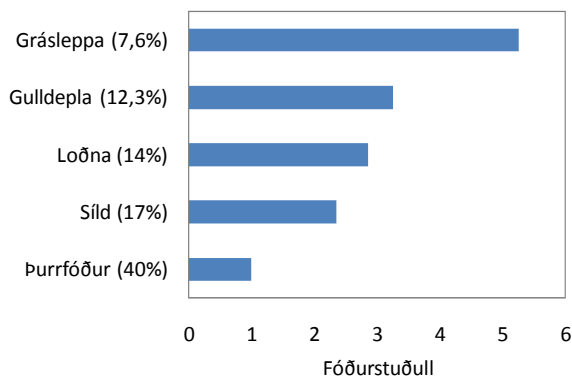
## 5.2 Fóðurmagn og framkvæmd fódunar

### Fóðrunartíðni

Rannsóknir sýna að fódurstuðullinn er hærri þegar fóðrað er 5 sinnum í viku í samanburði við 2-3 í viku (Solberg o.fl. 2006). Ein ástæðan er hugsanlega sú að við hverja fódrun er hætt við að ákveðið hlutfall af fóðri sé ekki étið og fari til spillis. Önnur ástæða er að fiskurinn tekur fóðrið af meiri græðgi þegar sjaldnar er fóðrað og þá er auðveldara að sjá þegar hann mettast. Einnig hefur komið fram í tilraunum að mikill breytileiki getur verið í áti milli daga, sérstaklega þegar sjávarhiti er lágur og mælt er með að fóðra þorsk sjaldnar við lágan hita til að koma í veg fyrir yfirfóðrun (Waiwood o.fl. 1991).

### Fóðrunaraðferð

Fóðrið er yfirleitt gefið frosið og hálfþítt og í minna mæli uppþítt eða ferskt. Fiskurinn tætur frosið fóður sem þýðir að meira af smáum ögnum fara til spillis en þegar heill ófrosinn fiskur er gefinn. Það er þó óljóst hvort það sé í það miklum mæli að fódurnýting mælist lakari en þegar gefið er hálfþítt fóður. Frosið fóður og hálfþítt flýtur í yfirborði sjávar en uppþítt sekkur yfirleitt hratt til botns og getur skolast út



Mynd 5.3. Áhrif próteininnihalds í fóðri á fódurstuðul. Miðað er við að það þurfi 1 kg af þurrfóðri með 40% prótein til að auka þyngd fisksins um 1 kg.

Figure 5.3. Influence of protein content in feed on feed conversion factor. It is assumed that it needs 1 kg of dry feed (40% protein content) to increase fish weight by 1 kg.

úr netpoka eða verið dregið út af fiskum og fuglum sem synda umhverfis netpokann. Það er því líklegra að meira magn af fóðri fari til spillis þegar notað er uppþítt fóður en frosið við fódrun áframeldisþorsks.

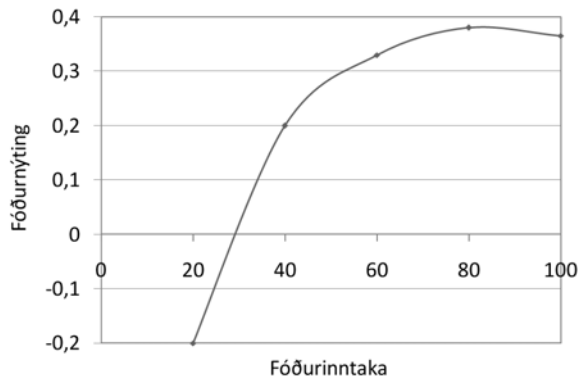
Áframeldisþorskur er yfirleitt fóðraður með því að setja frosnar pönnur annað hvort beint í eldiskví eða fódurkví eða hvor tveggja í senn. Það liggja ekki fyrir mælingar sem sýna að ein aðferðin sé betri en önnur. Það að setja beint í kví virðist draga úr hlutfalli bældra fiska sem ætti að hafa jákvæð áhrif á fódurnýtingu en á móti kemur að þegar sett er beint í eldiskví er sennilega meiri hætta á að fóður berist út úr kvínni (kafla 4.5).

### Fóðurrinntaka og fódurnýting

Vöxtur fisks eykst eftir því sem fóðrað er meira upp að hámarks fódrun. Kúrfan er þó ekki alveg línuleg og dregur úr stígandanum þegar nálgast hámarks fódrun. Það merkir að fódurnýtingin er best rétt neðan við hámarks fódrun (mynd 5.4).

Í einni rannsókn var besta fódurnýtingin við 75-80% af hámarks fódrun (Peck o.fl. 2003). Í annarri rannsókn var enginn munur á fódurnýtingu við 75% og 100% fódrun (Lied o.fl. 1989). Þó að fódurnýtingin hækki lítillega við að draga úr fódrun (Einen o.fl. 2006) svarar það ekki kostnaði vegna þeirrar lækkunar sem verður á vaxtarhraða. Í einni tilraun var dagvöxtur 0,84% við fódrun að metnun en 0,72% við 75% fódrun (Lied o.fl. 1989). Til að hámarka vöxt verður því að fóðra





Mynd 5.4. Samhengi á milli fóðurrinntöku þorsks allt að mettun og fóðurnýtingu (Jobling 2001).

Figure 5.4. Relationships between feed intake of cod up to saturation and feed utilization (Jobling 2001).

fiskinn að mettun en öll umframfóðrun er sóun. Það er því ekki auðvelt verk í sjókvíældi að stjórna fóðurmagninu á sem hagkvæmasta hátt.

### Yfirfóðrun

Það er einkum seinnipart sumars þegar sjávarhiti er hæstur að það dregur úr áti fisksins og ef ekki er dregið hæfilega úr fóðrun á sér stað yfirfóðrun. Yfir hrygningartímam er fóðurtakan almennt léleg og er þá mikil hætta á yfirfóðrun eins og reyndin hefur verið í nokkrum tilfellum (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009a). Hjá þorskeldisfyrirtækjum er algengt að setja allan fóðurskammtinn í einu lagi í eldiskvína. Ókosturinn við þessa aðferð er að hætta er á að fóðrið berist út úr kvínni sérstaklega þegar fiskurinn er lystarlaus og blokkirnar ná að þiðna og fóðrið að sökkva. Til að koma í veg fyrir yfirfóðrun er mikilvægt að gefa t.d. fyrst í stað 75-80% af áætlaðri fóðurtöku og auka síðan eftir áti fisksins. Skynsamlegt getur verið að setja viðbótarskammtinn í fóðurkví sem staðsett er í miðri kví með góðan fóðursafnara undir (mynd 4.20) til að taka við fóðri sem fiskurinn hefur ekki lyst á í augnablikinu en getur klárað síðar.

### Undirfóðrun

Takmarkað fóðurmagn í gjöf dregur úr vexti en getur einnig aukið samkeppni fiskanna um fóðrið og aukið stærðardreifinu (Jobling 2001; Halten o.fl. 2006). Ef umtalsverð vanfóðrun á sér stað getur það haft mikil áhrif á fóðurnýtingu (mynd 5.4). Við vanfóðrun er hætta á því að bældir fiskar fái ekki nægju sína og fóðurnýting þeirra lækki hjá þeim á sama tíma og flestir fiskar í eldiskvínni eru fóðraðir að

mettun og hafa eðlilegan fóðurstuðul.

## 5.3 Næringarástand fisks og afföll

### Holdastuðull

Algennt er að holdastuðull hjá villtum þorski sé um 1,0 (Rätz & Lloret 2003). Þorskur sem tekinn hefur verið í áframeldi hér á landi hefur verið misfeitur á milli svæða eins og komið hefur fram í rannsóknum Hafrannsóknastofnunar (Pardoe o.fl. 2008; Pardoe og Guðrún Marteinsdóttir 2009). Einnig er villtur þorskur misfeitur eftir árstíma og er holdastuðullinn lægstur um vorið eftir hrygningu, hækkar um sumarið og er hæstur um haustið (Mello og Rose 2005). Hjá Þorskeldi ehf. hefur hrygningarársþorskur verið fangaður í leiðigildru á hrygningarslóð og holdastuðull mældur árin 2005-2009. Mælingarnar voru gerðar á mismunandi tímum á milli ára eða frá mánaðarmótunum mars/apríl til loka apríl. Meðalholdastuðullinn var hæstur um mánaðarmótin mars/apríl um 1,0 og lækkaði síðan eftir því sem leið á apríl mánuð og varð lægstur um 0,9. Hjá Þóroddi var meðalholdastuðull hjá þorski sem fangaður var í dragnót í Patreksfjarðarflóa í maí og júní 2004 á bilinu 0,87-0,94.

### Lægri holdastuðull betri fóðurnýting

Fóðurnýting er betri eftir því sem þorskurinn er horaðri þegar hann er tekinn í eldi. Fyrstu 6 vikurnar í eldi var fóðurnýting 15-30% betri hjá mögrum þorski (holdastuðull <0,8) en feitum fiski (holdastuðull >0,9). Eftir því sem fiskurinn var hafður lengur í eldi minnkaði munurinn (Jobling o.fl. 1994). Talið er að þegar fiskur fer úr sveltum yfir í fulla fóðrun hafi vöðvavöxtur forgang fram yfir uppsöfnun fitu. Í vöðvafrumurnar safnast upp prótein og vatn sem leiðir til mikils vaxtar og óvenjulega góðrar nýtingar á fóðrinu. Fljótlega hefst uppsöfnun á fituforða í lifrinni og fóðurnýtingin verður lakari og át minnkar þegar lifrin hefur náð fullri stærð (Jobling 2001; kafli 3.6).

### Afföll hækka fóðurstuðul

Fóðurstuðull hækkar eftir því sem afföll aukast og þá sérstaklega þegar stór fiskur drepst seint á eldistímanum (mynd 5.5). Hér er miðað við að í upphafi sé fiskurinn 1,5 kg og nái 3 kg þegar honum er slátrað. Miðað er við fóðurstuðul 3 og að það þurfi 4,5 kg af fóðri til að auka

þyngd fiskisins um helming. Þegar miðað er við 20% afföll hækkar fódurstuðullinn úr 3 upp í 4-5 og hækkar eftir því sem fiskurinn er stærri og drepst seinna í eldisferlinu.

Lífþungaaukning í eldinu hefur einnig mikil áhrif á fódurstuðul og þá sérstaklega þegar fiskurinn vex lítið (mynd 5.6). Við 25% lífþungaaukningu er fódurstuðullinn 30 þegar miðað er við 20% afföll. Aftur á móti þegar fiskurinn tvöfaldar þyngd sína (100%) er fódurstuðullinn aðeins 4,3 við 20% afföll. Til einföldunar á útreikningi er miðað við að öll afföllin eigi sér stað í lok eldistímans. Fódurstuðullinn er lægri ef fiskurinn drepst snemma á eldistímanum og samtímis er dregið úr fódrun.

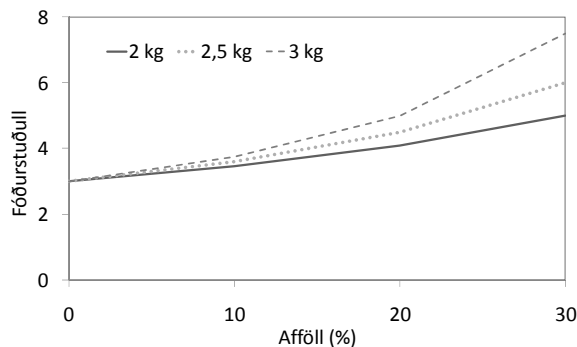
### Mikil afföll hjá þorskeldisfyrirtækjum

Á árunum 2006-2009 eru reiknuð afföll hjá þorskeldisfyrirtækjum með áframeldi á þorski frá 8,5% upp í tæp 18% (mynd 5.7) og að meðaltali um 12%. Hér eru afföllin reiknuð út með því að draga frá fjölda slátraðra fiska og áætlaðar birgðir í lok árs frá birgðum í upphafi árs og fjölda fangaðra fiska sem fóru í kvíarnar. Mismunurinn er áætluð afföll á árinu. Þessi aðferð hefur þá vankanta að birgðir í byrjun árs eða í lok árs eru hugsanlega ekki réttar og geta verið óskýrð afföll sem fyrst koma í ljós þegar búið er að tæma úr kvínni (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010a). Það er því ekki alltaf ljóst hvort fiskurinn drapst á því ári sem honum var slátrað eða á fyrri árum eldisins. Reiknuð afföll árin 2006-2009 kunna því að vera of lítil eða of mikil einstök ár en meðaltal fyrir öll árin ætti að gefa tiltölulega rétt mynd. Ástæðan fyrir miklum afföllum á árinu 2008 eru einkum sjúkdómar en á þessu ári byrjaði aftur að verða vart við sjúkdóma, en á árunum 2005-2007 voru ekki greindir sjúkdómar í áframeldisþorski.

## 5.4 Aldur fisks og kynþroski

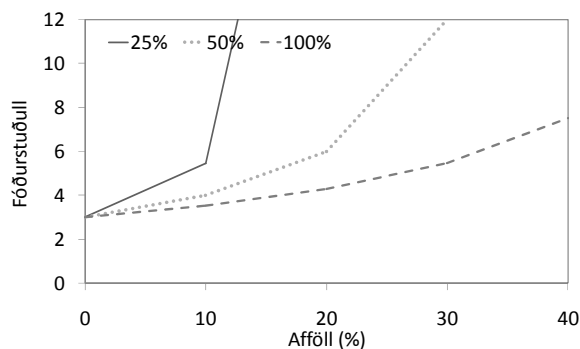
### Áhrif kynþroska á fódurstuðul

Fódurstuðullinn getur hækkað umtalsvert við það að þorskur verði kynþroska. Í einni tilraun þar sem þorskur (1-2 kg) var alinn í eldiskari á þurrfóðri yfir tímabilið desember til júlí reyndist fódurstuðullinn 0,86 hjá hópi sem alinn var við stöðuga lýsingu til að koma í veg fyrir kynþroska og 3,0 hjá hópi sem varð kynþroska við náttúruleg birtuskilyrði (Hemre o.fl. 2002). Í annarri tilraun þar sem eldisþorskurinn (0,5-2,5 kg) var alinn við náttúrulega ljósloftu í sjókví



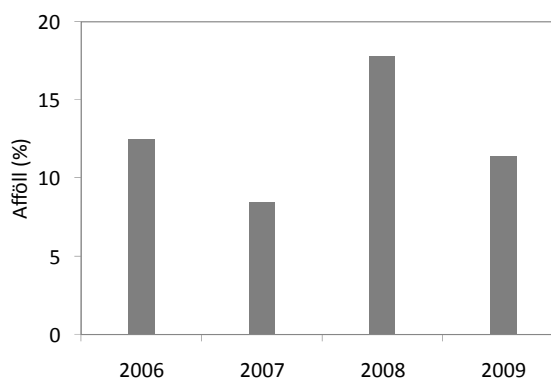
Mynd 5.5. Fódurstuðull miðað við mismunandi afföll (%) og meðalstærð fisks (2-3 kg) sem drepst í eldinu. Miðað er við að fiskurinn fari úr 1,5 kg upp í 3,0 kg á eldistímanum.

Figure 5.5. Calculated feed conversion factors based on different percentage mortality and average size when fish die. The fish are 1.5 kg at the beginning and 3.0 kg at the end of rearing period.



Mynd 5.6. Fódurstuðull miðað við mismunandi afföll og lífþungaaukningu í eldinu (25%, 50% og 100%). Til einföldunar á útreikningi er miðað við að afföll eigi sér stað í lok eldistímans.

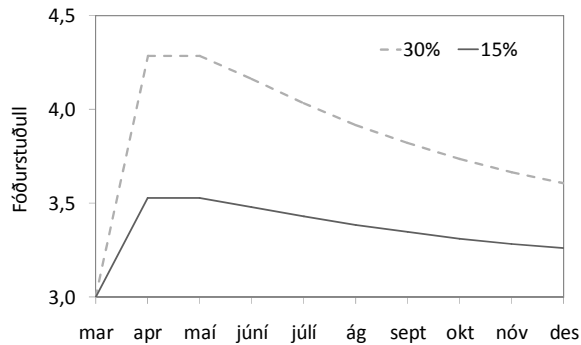
Figure 5.6. Calculated feed conversion factors based on different percentage mortality and growth increment (25%, 50% and 100%). In the calculation it is assumed that mortality happen at the end of the rearing period.



Mynd 5.7. Reiknuð afföll á áframeldisþorski á árunum 2006-2009.

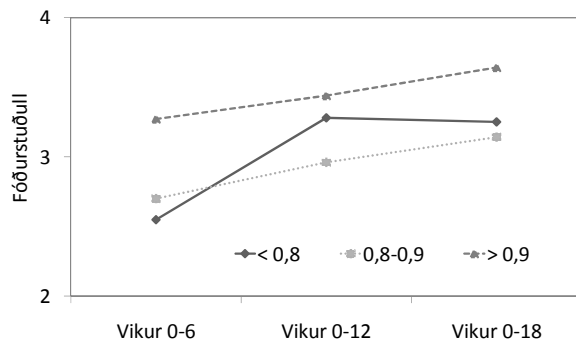
Figure 5.7. Calculated total mortality of wild farmed cod in sea cages in 2006-2009.





Mynd 5.8. Uppsafnaður fóðurstuðull hjá kynþroska áframeldisþorski m.v. 15% og 30% rýrnun við hrygningu.

Figure 5.8. Cumulated feed conversion factor of matured wild farmed cod with 15% and 30% weight loss at spawning.



Mynd 5.9. Áhrif holdastuðuls (< 0,8, 0,8-0,9, >0,9) á fóðurstuðul hjá þorski eftir lengd eldistíma (byggt á Jobling o.fl. 1994).

Figure 5.9. Effects of condition factor (< 0.8, 0.8-0.9, >0.9) and length of rearing period on feed conversion factors of cod (based on Jobling et.al. 1994).

mældist fóðurstuðullinn um 1,0 yfir tímabilið maí til desember og 1,6 frá byrjun desember til loka júní (Solberg o.fl. 2006).

### Fóðurstuðull hækkar með aukinni fiskstærð

Áframeldisþorskur leggur meira í hrygninguna eftir því sem hann er stærri og léttist því meira (kafla 3.2). Fiskstærð getur því haft veruleg áhrif á það þyngdartap sem hlýst af kynþroska. Stór áframeldisþorskur léttist mikið og ef miðað er við 30% rýrnun hækkar uppsafnaður fóðurstuðull úr 3,0 í 4,3 og lækkar síðan eftir því sem líður á árið (mynd 5.8). Ef fiskinum er síðan slátrað á tímabilinu september til nóvember er uppsafnaður fóðurstuðull u.þ.b. 3,7-3,8. Mun minni hækkun er hjá smáum þorski eða úr 3,0 í 3,5 en þar er gert ráð fyrir 15% rýrnun við

hrygningu (mynd 5.8).

### Dregið úr tjóni af völdum kynþroska

Ein leið til að lágmarka tjón af völdum kynþroska er að stærðarflokka fyrrihluta vetrar og ala aðeins áfram smæsta fiskinn (1-2 kg) um veturinn, en hann verður í minna mæli kynþroska og jafnframt er hlutfall kynkirtla lægra. Einnig má ala smáan áframeldisþorsk fram yfir eina hrygningu og fram á næsta vetur áður en kynkirtlar fara aftur að stækka (kafla 5.5).

## 5.5 Lengd eldistíma og sjávarhiti

### Uppbótarvöxtur og lágur fóðurstuðull

Fyrst eftir að horaður fiskur er tekinn í eldi á sér stað mikill uppbótarvöxtur og á meðan á honum stendur er fóðurnýting mjög góð (Jobling o.fl. 1994). Fóðurstuðullinn hækkar síðan eftir því sem fiskurinn er lengur í eldi (mynd 5.9). Í íslensku fóðurtílaun (loðna og steinbítis-afskurður) sem var framkvæmd í sjókvíum í Tálknafirði mældist fóðurstuðull um 2 hjá villtum þorski (2,5-4 kg) fyrsta mánuðinn í eldi í þremur af fjórum kvíum (Jón Gunnar Schram 2004). Í annarri fóðurtílaun sem framkvæmd var í sjókvíum í Tálknafirði var smærri þorskurinn (2,7-4,6 kg) flokkaður frá við slátrun og alinn á loðnu og sandsíli fram á næsta vor (19. janúar – 27. maí). Fóðurstuðullinn var mjög hagstæður 2,0-2,1 og dagvöxtur mikill (0,35%) m.v. lítinn sjávarhita á þessum tíma (Jón Örn Pálsson 2003). Í báðum íslensku rannsóknunum var fóðurstuðullinn óvanalega lágur en ekki er hægt að útiloka skekkjur í mælingu s.s. vegna breytinga á magainnihaldi og erfðleika við sýnatöku í stórum sjókvíum.

### Stuttur eldistími og lágur fóðurstuðull

Á árunum 2008-2009 hefur Þorskeldi ehf. verið með áframeldisþorsk í um fimm mánuði í eldi og hafið fóðrun í maí-júní. Á árinu 2008 var meðalfóðurstuðull 3,9 í þremur kvíum og 3,4 í sex kvíum árið 2009, frá 2,8 til 4,3 í einstökum kvíum. Önnur fyrirtæki hafa einnig slátrað hluta af sínum fiski eftir 5-9 mánaða eldi sem hófst í mars-maí. Meðalfóðurstuðull í sex kvíum (árin 2006-2008) hjá Álfsvelli, Brimi og Glaði var 4,3. Í þessum kvíum voru afföll til-  
tölulega lítil eða hæst 8%. Líkleg skýring á hærri fóðurstuðli hjá þessum þremur fyrirtækjum er einkum að hluti af fiskinum hefur

verið kynþroska þegar hann var tekinn í eldið en hjá Þorskeldi hefur líklega allur fiskurinn verið búinn að hrygna. Einnig voru afföll hjá Álfsfelli, Brimi og Gláði að jafnaði hærri en hjá Þorskeldi.

### Langur eldistími hækkar fódurstuðul

Fódurstuðull hækkar eftir því sem fiskurinn verður eldri og stærrí (Jobling 1988). Í sumum tilvikum hefur borið á háum fódurstuðli hjá þorskeldisfyrirtækjum með eldi á áframeldisþorski á öðru og þriðja ári (mynd 5.10). Eingöngu voru notaðar kvíar þar sem fiskinum var slátrað frá mars til desember. Mest var slátrað af fiski á öðru og þriðja ári í eldi á árunum 2004-2006 og síðan hefur dregið verulega úr framleiðslu á stórum fiski (meðalþyngd 4-6 kg). Á árunum 2004-2005 má rekja háan fódurstuðul að stórum hluta til yfirfóðrunar mánuðina janúar til maí (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009). Á árunum 2006-2007 var fódurstuðullinn kominn niður í 4,0 en hækkaði síðan upp í um 7,0 árin 2008-2009 vegna þess að fiskinum var slátrað að stórum hluta fyrrihluta ársins en einnig vegna yfirfóðrunar. Meðalfódurstuðullinn á öllu tímabilinu var um 5.

### Umhverfisáðstæður og fódurstuðull

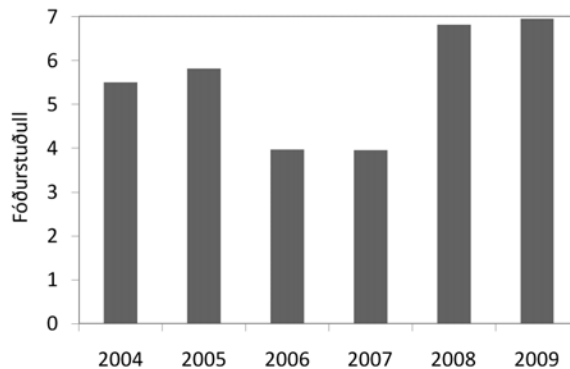
Sjávarhiti getur haft áhrif á fódurstuðulinn. Kjörhitastig fódurnýtingar er um 7°C hjá um 2,2 kg þorski (mynd 5.11). Við frávik frá kjörhita fódurnýtingar hækkar fódurstuðullinn með lækkandi og hækkandi sjávarhita. Gera má ráð fyrir bestri fódurnýtingu í júní-júlí og september-október þegar sjávarhiti er við kjörhita til fódurnýtingar. Aftur á móti við lágan sjávarhita á veturna og háan sjávarhita síðla sumars getur fódurstuðullinn hækkað.

## 6. Fódurkostnaður

### 6.1 Fódurstuðull

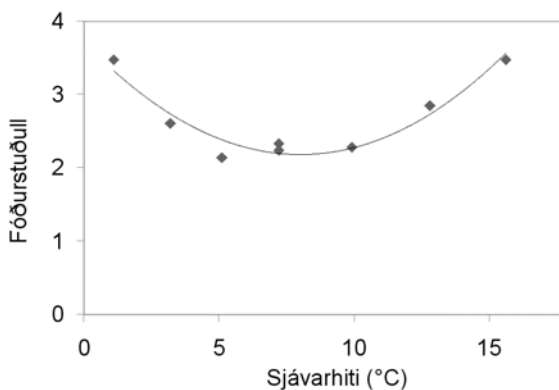
#### Hár fódurstuðull hjá þorskeldisfyrirtækjum

Tilraunir sýna að þorskur getur við bestu aðstæður nýtt fódrið mjög vel. Þannig er fódurstuðull við kjörhita til fódurnýtingar 0,6-0,9 á þurrfóðri og 2,2-2,5 á heilli loðnu með eða án rækju (Björn Björnsson o.fl. 2001). Þessar niðurstöður miðast við að fódra fiskinn alltaf eins mikið og hann vill éta og taka fódurleifar til baka úr tilraunakerum. Fódurstuðullinn hefur



Mynd 5.10. Meðalfódurstuðull hjá áframeldisþorski á öðru og þriðja ári í eldi hjá fimm fyrirtækjum á árunum 2004-2009. Byggt á gögnum frá Álfsfelli, Brimi, Hraðfrystihúsinu – Gunnvöru, Þorskeldi og Þóroddi.

Figure 5.10. The average feed conversion factor for wild farmed cod in their second and third year in culture at five cod farms in the years 2004-2009.

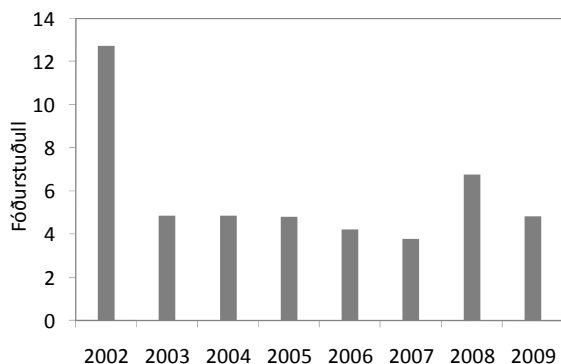


Mynd 5.11. Áhrif sjávarhita á fódurstuðul 2,2 kg þorsks sem fódraður er með loðnu við mismunandi hita (Björn Björnsson o.fl. 2001).

Fig. 5.11. Relationship between feed conversion factor and temperature for 2.2 kg cod fed on capelin (Björn Björnsson et al. 2001).

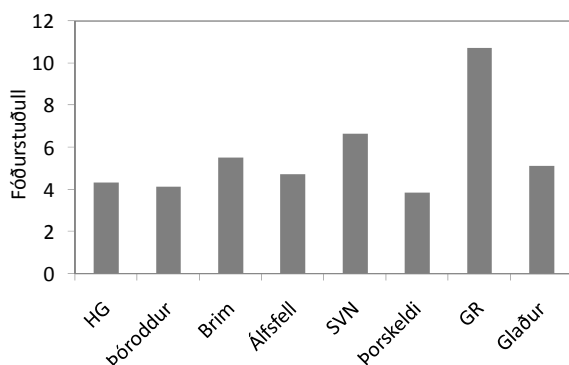
verið mun hærri hjá þorskeldisfyrirtækjum sem hafa fengið úthlutað þorskeldiskvóta til áframeldis eða frá um 4 upp í um 13 árin 2002-2009 (mynd 6.1). Að meðaltali er fódurstuðullinn 4,8 fyrir öll árin. Það virðist því vera tækifæri til að bæta fódurnýtinguna umtalsvert.

Á árinu 2002 þegar þorskeldiskvótaverkefnið hófst var fódurstuðullinn um 13. Megin ástæðan voru mikil afföll á fiski og líklega einnig offóðrun. Á árunum 2003-2005 var fódurstuðullinn um 5,0 og lækkaði síðan niður í 3,8 árið 2007. Á árinu 2008 hækkaði fódurstuðullinn upp í 6,8 vegna aukinna affalla (kafla 5.3). Áætlaður fódurstuðull árið 2009 er 4,8.



Mynd 6.1. Fóðurstuðull allra þorskeldisfyrirtækja sem hafa fengið úthlutað þorskeldiskvóta árin 2002-2009.

Figure 6.1. Average feed conversion factor for all cod farms allocated cod quota in 2002-2009.



Mynd 6.2. Meðalfóðurstuðull hjá átta þorskeldisfyrirtækjum á tímabilinu 2002-2009. HG stendur fyrir Hraðfrystihúsið Gunnvör hf., GR fyrir Guðmundur Runólfsson hf. og SVN fyrir Síldarvinnslan hf.

Figure 6.2. The average feed conversion factor for the years 2002-2009 in eight cod farms.

### Fóðurstuðull hjá einstökum fyrirtækjum

Fóðurstuðull er mismunandi hjá einstökum fyrirtækjum eða allt frá um 4 upp í tæplega 11 (mynd 6.2). Hér er um að ræða meðaltal árunna 2002-2009 eða yfir allt rekstartímabil viðkomandi fyrirtækis. Fyrirtækjum er raðað eftir umfangi rekstursins og það fyrirtæki sem er með mestu fóðurnotkun er vinstra megin á myndinni.

**Hraðfrystihúsið Gunnvör hf.:** Meðalfóðurstuðull árin 2002-2009 er 4,3 og heildarfóðurnotkun um 5.000 tonn.

**Þóroddur ehf.:** Meðalfóðurstuðull er 4,1 fyrir árin 2002-2009 og heildarfóðurnotkun um 2.400 tonn. Inn í þessum tölum eru einnig Oddi hf. og Þórsberg hf. en rekstur þessa fyrirtækja var

sameinaður undir Þóroddi árið 2004.

**Brim fiskeldi ehf.:** Meðalfóðurstuðull hjá Brimi árin 2002-2008 er um 5,5 og heildarfóðurnotkun um 2.400 tonn. Fóðurstuðullinn er tiltölulega hár öll árin og einkenni á rekstrinum er langur eldistími og töluverð afföll sum árin.

**Álfsfell ehf.:** Meðalfóðurstuðull yfir tímabilið 2004-2009 er 4,7 og heildarfóðurnotkun um 2.000 tonn. Fóðurstuðull var einkum hár árin 2005-2006 sem rekja má til affalla og árið 2008 en þá var mikið af áframeldisþorski slátrað fljótlega eftir hrygningu áður en fiskurinn var búinn að bæta það upp sem tapaðist við hrygninguna.

**Síldarvinnslan hf.:** Meðalfóðurstuðull árin 2002-2007 er 6,7 og heildarfóðurnotkun um 1.100 tonn. Fóðurstuðull er tiltölulega hár flest árin sem má m.a. rekja til hárra affalla.

**Þorskeldi ehf.:** Meðalfóðurstuðull árin 2003-2009 er 3,9 og heildarfóðurnotkun um 950 tonn. Einkenni rekstursins er stutt eldistímabil sem hefst strax eftir hrygningu. Einnig hafa afföll verið tiltölulega lítil enda sjávarhiti lægri en hjá öðrum þorskeldisfyrirtækjum með áframeldi.

**Guðmundur Runólfsson hf.:** Meðalfóðurstuðull árin 2002-2006 er 10,7 og heildarfóðurnotkun um 700 tonn. Ástæðan eru mikil afföll á fiski þegar sjávarhiti er hæstur á sumrin. Í Grundarfirði þar sem eldið var staðsett hefur mælst hærri hiti en hjá öðrum þorskeldisfyrirtækjum sem stunda áframeldi. Eldinu var síðan hætt þegar allur fiskur drapst í byrjun ársins 2007 vegna súrefnisskorts sem rakinn var til mikils magns af síld í firðinum.

**Glaður ehf.:** Meðalfóðurstuðull árin 2002-2009 er 5,1 og heildarfóðurnotkun rúm 400 tonn. Fóðurstuðullinn er um 4 flest árin og eru það einkum mikil afföll árið 2008 sem hækka hann.

### Samanburður við þurrfóður

Besta leiðin til að bera saman fóðurnýtingu þegar notaðar eru mismunandi fóðurtegundir er að reikna út fóðurstuðul út frá þurrefnisinnihaldi. Árin 2006, 2007 og 2008 er fóðurstuðullinn 1,1-1,3 þegar þessi aðferð er notuð (mynd 6.3). Hér er um að ræða svipaðan fóðurstuðul og í norsku laxeldi sem er að jafnaði um 1,3 m.v. slægða þyngd (Liabø o.fl. 2007), en lækkar niður í 1,1 þegar búið er að taka tillit til þess að þurrfóður inniheldur 5-10% vatn og yfirfæra yfir í óslægða þyngd. Árið 2008 fór fóðurstuðullinn hjá áframeldisþorski upp í 2,1 sem að stærstum hluta má rekja til mikilla affalla.

## 6.2 Fóðurverð

### Þættir sem ákvarða fóðurverð

Í áframeldi á þorski er fóðurstuðull yfirleitt stærsti einstaki kostnaðarliðurinn og ræðst afkoman að miklu leyti af fóðurverði sem skipta má niður í:

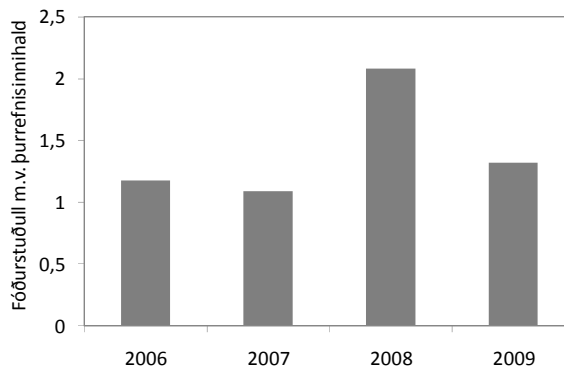
- Hráefnisverð (innkaupsverð)
- Flutningskostnað
- Geymslukostnað

### Hráefnisverð (innkaupsverð)

Hráefnisverð er mismunandi eftir fisktegundum og lægra fyrir tegundir sem fara í meira mæli í bræðslu eins og kolmunna og loðnu (mynd 6.4). Hráefnisverð á síld, loðnu og kolmunna hefur verið mismunandi á milli ára en almennt hækkað á tímabilinu 2003-2009 en einkum þó á síðustu tveimur árunum. Allar tölur miðast við verðlag ársins 2009. Á tímabilinu hækkaði verð á kolmunna úr 10 í 22 kr/kg. Verð á loðnu hækkaði úr 10 árið 2003 í 18 kr/kg árið 2007. Á árinu 2009 hækkaði verð á loðnu mikið enda lítið veitt það ár og megnið af aflanum fór í manneldisvinnslu. Að jafnaði er herra verð á síld en loðnu enda er síldin meira notuð til manneldis. Verð fyrir norsk-íslenska síld hefur verið 25-45 kr/kg og fyrir íslenska sumargotsíld 20-35 kr/kg. Að öllu jöfnu er notaður í áframeldið frosinn uppsjávarfiskur og er innkaupsverð til þorskeldisfyrirtækja herra en hráefnisverð (mynd 6.4) vegna kostnaðar við pökkun og frystingu. Lækka má fóðurverð með því að velja til frystingar hráefni sem hentar ekki til manneldisvinnslu s.s. vegna stærðar og kyns. Það er einnig hægt að fá takmarkað magn af fóðri á mun lægra verði, s.s. gamalt hráefni eða óhentuga fiskstærð sem upphaflega átti að nota í beitu. Í sumum tilvikum fæst hráefnið ókeypis eða á mjög lágu verði eins og t.d. grásleppa sem ekki er markaður fyrir en töluverður kostnaður getur falist í að skera hana niður og undirbúa fyrir fóðurgjöf.

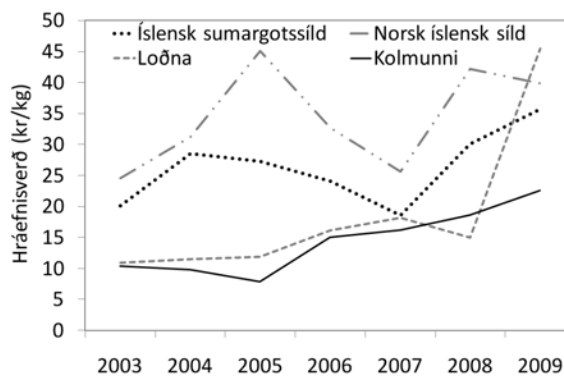
### Flutningskostnaður

Flest þorskeldisfyrirtæki eru á Vestfjörðum en engum uppsjávarfiski er landað í landshlutanum. Það er því töluverður kostnaður að flytja fóðrið á áfangastað sérstaklega ef það er fryst á Austfjörðum. Flutningskostnaður er tæpar 10 kr/kg miðað við 25 tonn í gám með bíl



Mynd 6.3. Fóðurstuðull hjá áframeldisþorski reiknaður út frá þurrefnisinnihaldi fóðurs fyrir árin 2006-2009.

Figure 6.3. Feed conversion factor of wild farmed cod based on calculation of dry weight of feed in 2006-2009.



Mynd 6.4. Hráefnisverð (kr/kg) á loðnu, síld og kolmunna árin 2003-2009 á verðlagi ársins 2009. Miðað er við neyslúvísitölu og meðaltal hver árs (Heimild: Hagstofa Íslands).

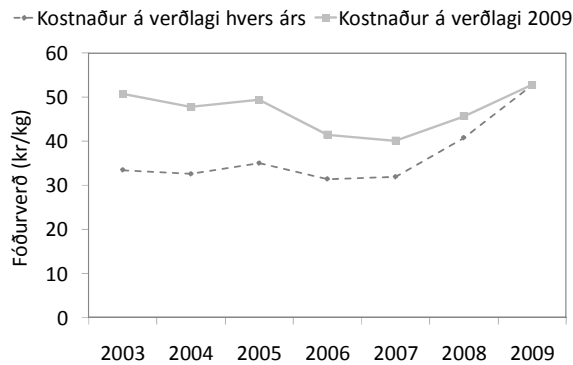
Figure 6.4. Feed cost (kr/kg) of capelin, herring and blue whiting in 2003-2009 in 2009 prices. (Source: Statistics Iceland).

frá Reykjavík til Vestfjarða en lægri þegar flutt er með skipi (Thomas Möller o.fl. 2010). Verðið fer þó mikið eftir magni og er hann hærri þegar um minna magn er að ræða. Til að draga úr flutningskostnaði hefur Hraðfrystihúsið Gunnvör hf. farið þá leið að fá skip til að veiða norrænu gulldeplu til löndunar í heimahöfn.

### Geymslukostnaður

Geymslukostnaður í frystigeymslu eins og t.d. hjá Kuldabola skiptist í afgreiðslugjald og daggjald (www.kuldaboli.is). Á árinu 2010 nam afgreiðslugjald 1.178 kr á bretti og daggjald 84 kr/bretti og er þá miðað við að brettið sé lægra en 1,6 metrar. Miðað við geymslu í eitt ár og





Mynd 6.5. Meðalfóðurverð þorskeldisfyrirtækja árin 2003-2009 á verðlagi hvers árs og á verðlagi ársins 2009. Miðað er við neysluvísitölu og meðaltal hvers árs.

Figure 6.5. Average price (kr/kg) of feed for wild farmed cod in 2003-2009 in 2009 prices.

1.200 kg á bretti er kostnaðurinn 26,5 kr/kg án afsláttar. Í sumum tilvikum getur geymslukostnaður verið mun lægri hjá þeim sem hafa aðgang að illa nýttum og ódýrum frystigeymslum.

Mikil óvissa hefur oft verið um veiði uppsjávarfiska. Það er því farin sú leið að kaupa mikið magn í einu til að tryggja að nægilegt fóður sé fyrir fiskinn. Frystigeymslan er þá t.d. fullnýtt í byrjun ársins og birgðir minnka síðan og eru uppurnar í lok ársins. Miðað við kostnaðarforsendur hjá Kuldabola má gera ráð fyrir að geymslukostnaður hjá þorskeldisfyrirtækjum sem kaupa fóður einu sinni á ári sé 10-15 kr/kg. Þetta á sérstaklega við hjá stærri þorskeldisfyrirtækjum en minni fyrirtækin hafa meiri möguleika að kaupa marga litla skammta yfir árið t.d. af beitu sem hentar ekki sem agn.

#### Verð á fóðri hjá þorskeldisfyrirtækjum

Verð á fóðri fyrir áframeldisþorsk árin 2003-2009 hefur verið um 40-50 kr/kg og er þá miðað við verðlag ársins 2009 (mynd 6.5). Hér er um að ræða heildarkostnað þ.e.a.s. innkaupsverð, flutnings- og geymslukostnað. Töluverð hækkun hefur átt sér stað á fóðri og hefur það hækkað úr 40 árið 2007 í 52 kr/kg árið 2009. Vegna hækkandi fóðurverðs var á árinu 2009 meira sótt í ódýrara hráefni s.s. gulleplu og gamla beitu, en þrátt fyrir það hækkaði meðalverð á fóðri töluvert milli ára. Flutningskostnaður er mjög mismunandi milli fyrirtækja eða allt frá engum upp í 15 kr/kg á árinu 2009.

Sama gildir um geymslukostnað en hann er allt frá því að fyrirtækin hafi aðgang að ókeypis geymslu upp í 20 kr/kg.

### 6.3 Fóðurstuðull

#### Fóðurstuðull á framleitt kíló

Fóðurstuðull á framleitt kíló er ákvarðast af fóðurverði og fóðurstuðli. Meðalfóðurstuðull við að auka þyngd fisksins um eitt kíló lækkaði úr tæpum 240 kr árið 2003 í um 140 kr árið 2007 m.v. verðlag ársins 2009 (mynd 6.6). Megin skýring á lækkandi fóðurstuðli á tímabilinu er lækkun á fóðurstuðli. Á árinu 2008 hækkaði fóðurstuðullinn aftur á móti upp í 285 kr/kg og er ástæðan aðallega mikil hækkun á fóðurstuðli (mynd 6.1). Bráðabrigðatölur benda til að fóðurstuðullinn hafi lækkað á árinu 2009 og einnig fóðurstuðullinn þrátt fyrir að fóðurverð hafi hækkað á milli ára. Meðalfóðurstuðull fyrir árin 2003-2009 er um 220 kr/kg á verðlagi ársins 2009.

#### Fóðurstuðull og fóðurstuðull

Fóðurstuðull á hvert slátrað kg hjá 3,5 kg áframeldisþorski er hærri eftir því sem fiskurinn er smærri þegar hann er tekinn í eldið (mynd 6.7). Ef miðað er við að taka eins kg fisk í eldið og ala hann upp í 3,5 kg er fóðurstuðullinn 225 kr á hvert kíló þegar fóðurstuðullinn er 7 og fóðurverð 45 kr/kg en aðeins 96 kr/kg við fóðurstuðul 3. Þegar fóðurstuðullinn er 225 kr/kg getur verið erfitt að ná arðsemi út úr rekstrinum og lítið er eftir til að greiða laun, föngunarkostnað og fastakostnað s.s. vegna kvía og báta. Aftur á móti ef miðað er við þriggja kg upphafspýngd er fóðurstuðullinn 45 kr/kg m.v. fóðurstuðul 7 og 19 kr/kg m.v. fóðurstuðul 3. Í þeim tilvikum sem föngunarkostnaður er tiltölulega lágur og fóðurstuðull og fóðurverð hátt er hagkvæmast að fanga stóran fisk og vera með hann í stuttan tíma í eldi.

### 6.4 Kostnaður við fóðrun

#### Framleiðsla á ársverk

Vinna starfsmanna þorskeldisfyrirtækja felst í að taka utan af fóðrinu og undirbúa það fyrir gjöf, fóðra fiskinn, fjarlægja dauðan fisk, slátra fiski, og að hafa eftirlit með og sjá um viðhald á kvíum og öðrum búnaði sem tilheyrir eldinu. Kostnaður við fóðrun getur verið mjög breytilegur eftir fóðurgerð og fóðrunartækni.

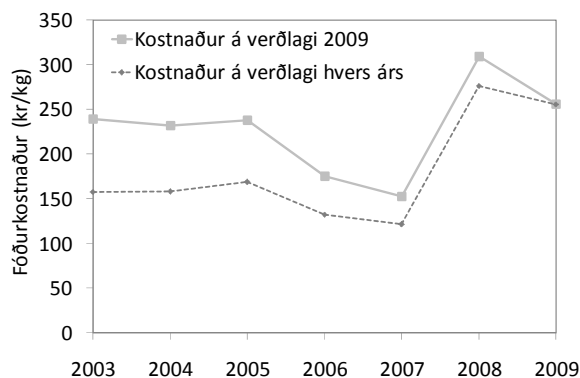
Hér er að mestu um að ræða launakostnað, en einnig kostnað vegna tækjabúnaðar. Framleiðsla á hvert ársverk á árunum 2003-2009 hefur verið 25-60 tonn m.v. framleitt magn og 50-165 tonn m.v. slátrað magn. Ef miðað er við 45 tonna framleiðslu á ársverk og 5 milljónir króna í árs-laun með öllum launatengdum gjöldum er launakostnaður 111 kr á hvert framleitt kíló. Ef miðað er við 95 tonna slátrun á ársverk þá er launakostnaður 52 kr á hvert slátrað kg.

### Launakostnaður vegna fódunar á frosnu fódri

Á undanförunum árum hafa þorskeldisfyrirtækin verið að þróa aðferðir við fódun með frosnum pönnum og afköst hafa aukist umtalsvert. Kör með frosnu fódri eru fyrst hífð um borð og við kvíar eru þau hífð út í kví og sturtað úr þeim í fódurkví eða beint í eldiskvína. Það getur verið misjafnt á milli fyrirtækja hve hátt hlutfall af launakostnaði er vegna undirbúnings á fódri fyrir gjöf og vegna sjálfrar fódunarinnar. Ef tekið er dæmi af þorskeldisfyrirtæki með tvo starfsmenn sem framleiðir 100 tonn, þ.e.a.s. fangar 100 tonn og slátrar 200 tonnum af áframeldisþorski. Þá má gera ráð fyrir að það taki tvo menn um 30 mínútur að rífa utan af einu tonni og setja í kör. Tíminn getur þó verið nokkuð mismunandi allt eftir stærð askja og hve mikið þarf að taka utan af hverri öskju. Miðað við fódurstuðull 4,5 er fódurmagnið 450 tonn og tímanotkunin um 450 klukkustundir. Ef gengið er út frá því að fódrað sé í 100 daga á ári og notaðir að meðaltali 5 tímar í hverri fódun þá gerir þetta 500 tíma og samtals 950 klukkutímar eða u.þ.b. 50% úr ársverki. Miðað við þessar forsendur þá er tímanotkun vegna fódunar um 25% af heildartímanotkun í þorskeldisstöð sem slátrar 200 tonnum og tveir starfsmenn starfa við allt árið. Kostnaður vegna fódunar er því 26 kr/kg og er þá miðað við slátraða þyngd ( $(0,5 \text{ ársverk} \times 5 \text{ milljón krónur/ársverk}) / \times 95.000 \text{ kg/ársverk}$ ).

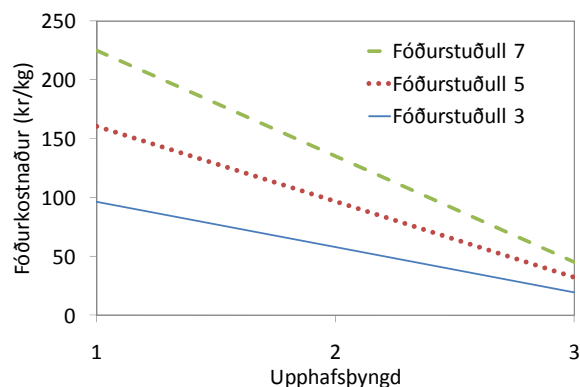
### Borgar sig að nota fleiri tíma við fódun?

Ef hægt er að lækka fódurstuðul úr 4,5 niður í 4 minnkar fódurmagnið um 50 tonn og er þá miðað við 100 tonna framleiðslu og 200 tonna slátrun. Miðað við fódurkostnað upp á 50 kr/kg sparast 2,5 milljónir króna ( $50.000 \text{ kg} \times 50 \text{ kr/kg}$ ). Ef við gefum okkur að hægt verði að ná þessum árangri með því að setja um 70% af áætluðu fódurmagni fyrst í eldiskvína og síðan



Mynd 6.6. Fódurkostnaður á hvert framleitt kíló af áframeldisþorski hjá þorskeldisfyrirtækjum árin 2003-2009 á verðlagi hvers árs og á verðlagi ársins 2009.

Figure 6.6. Feed cost in production of wild farmed cod (in ISK/kg) in 2003-2009 at current prices (dashed line) and prices of 2009 (solid line).



Mynd 6.7. Fódurkostnaður á hvert kg af slátruðum áframeldisþorski miðað við mismunandi upphafspýngd og fódurstuðul. Gert er ráð fyrir að fiskurinn sé 3,5 kg við slátrun og fódrið kosti 45 kr/kg.

Figure 6.7. Feed cost per kg slaughtered wild farmed cod according to initial weight and feed conversion factor. Weight of slaughtered fish is 3.5 kg and cost of feed 45 kr/kg.

bæta við eftir áti fisksins. Til þess að ná þessum árangri væru t.d. starfsmenn 8 tíma við fódun í staðinn fyrir 5 tíma þá 100 daga sem fódun á sér stað. Kostnaður vegna fódunar færi þá úr 2,5 milljónum króna upp í 3,5 milljónir króna ( $0,7 \text{ ársverk} \times 5 \text{ milljón krónur/ársverk}$ ). Hækkunin í launakostnaði nemur því 1 milljónir króna og til viðbótar kemur meiri kostnaður vegna reksturs á bát, en þrátt fyrir það er viðbótarkostnaðurinn töluvert undir 2,5 milljónum sem sparast við að lækka fódurstuðul um 0,5. Á móti kemur einnig minni vinna við að undirbúa og fódra 50 tonn af fódri.

## 6.5 Arðsemi áframeldis – fyrri úttektir

### Arðsemi áframeldis

Í byrjun fyrsta áratugar þessarar aldar þegar áhugi jókst fyrir áframeldi á þorski voru unnin nokkur verkefni þar sem lagt var mat á arðsemi eldisins. Út frá þeim forsendum sem stuðst var við var niðurstaðan sú að hægt væri að reka áframeldi á þorski með arðsemi (Erlendur Steinar Friðriksson 2001; Jón Gunnar Schram 2002). Ef hins vegar þyrfti að leigja kvóta á fullu verði gæti áframeldi á villtum þorski ekki borið sig (Sverrir Haraldsson 2003; Gústaf Helgi Hjálmarsson o.fl. 2004).

**Arðsemi áframeldis í samanburði við hjarðeldi**  
Hjarðeldi gengur út á að laða að og fódra villtan þorsk án þess að nota kvíar (Björn Björnsson 2010). Í samanburði á arðsemi hjarðeldis og áframeldis í sjókvíum kom fram að hjarðeldið væri arðsamara (Jón Eðvald Halldórsson 2009). Hjarðeldi er ennþá á tilraunastigi og ekki til lagagrundvöllur fyrir slíkum rekstri sem krefst einkaréttarafnota af ákveðnu strandsvæði umhverfis fódunarstöðvarnar. Til að halda áfram tilraunum með hjarðeldi þarf því að veita undanþágur frá fiskveiðilögum (Björn Knútsson 1997; Björn Knútsson og Jakob Jakobsson 1997).

### Arðsemi áframeldis í samanburði við aleldi

Aleldi er framleiðsla á eldisþorski allt frá klaki að markaðsstærð. Í samanburði á hjarðeldi, áframeldi og aleldi kom fram að aleldi væri það eldisform sem virðist ólíklegast til að skila arðsemi (Jón Eðvald Halldórsson 2009). Í dag eru kynbætur ný hafnar og kynbótaframfarir aðeins í litlum mæli farnar að skila sér til greinarinnar. Með auknum kynbótum mun framleiðslukostnaður í aleldi lækka og gera það samkeppnishæfara gagnvart áframeldi á þorski. Ókosturinn við áframeldi er að notaður er villtur fiskur með minni vaxtargetu en hjá kynbættum aleldisþorski. Jafnframt getur verið erfitt að fanga nægilegt magn af þorski sem hentar í eldið. Kosturinn við áframeldi á stálpuðum villtum þorski er að u.þ.b. 50% af lífþyngdinni við slátrun fæst með fódri úr náttúrunni sem fiskurinn aflar sér sjálfur m.v. 0% hjá aleldisþorski. Þetta getur skipt sköpum vegna þess hve fódurkostnaður er hátt hlutfall af rekstrar-kostnaði þorskeldis. Af sömu ástæðu reiknast arðsemin mun meiri í hjarðeldi en í aleldi (Jón

Tafla 6.1. Forsendur fyrir útreikningum á mynd 6.8 byggt á gögnum frá þorskeldisfyrirtækjum sem skilað hafa inn greinargerð til Hafrannsóknastofnunar. Allar tölur eru á verðlagi ársins 2009.

Table 6.1. Assumptions for calculations in figure 6.8 based on data from cod farmers at prices of 2009.

	2005	2006	2007	2008
<b>Lífþungaaukning</b>				
Föngunarþyngd (kg)	1,61	1,38	1,23	1,67
Slátrþyngd (kg)	4,09	3,93	3,71	3,41
Mismunur (slátrun-föngun)	2,48	2,55	2,48	1,74
Föngunarkostnaður (kr/kg)	137,4	133,5	158,9	167,9
<b>Fóðurkostnaður</b>				
Fóðurverð (kr/kg)	49,4	41,5	40,1	45,7
Fóðurstuðull	4,8	4,2	3,8	6,8
<b>Launakostnaður</b>				
Slátrað magn(tonn/ársverk)	64	100	90	81
Laun (millj.kr.)	5	5	5	5

Eðvald Halldórsson 2009, Björn Björnsson 2010).

## 6.6 Arðsemi áframeldis árin 2005-2008

### Aðferðafræði og forsendur

Forsendur við útreikningana byggja á árlegum greinargerðum forsvarsmanna þorskeldisfyrirtækja sem sendar hafa verið til Hafrannsóknastofnunar (tafla 6.1) nema launakostnaðurinn sem er áætlaður út frá samþætilegum störfum í landinu. Við útreikninga á lífþungaaukningu á hvern fisk er miðað við slátrþyngd árið eftir föngun þar sem megnið af fiskinum er slátrað á öðru ári en lífþungaaukningin á sér stað að mestu leyti sama ár og fiskurinn er fangaður. Í töflunni er slátruninni hliðrað og færð eitt ár aftur í tímann, þ.e.a.s. fiskur sem slátrað var árið 2009 er færður yfir á árið 2008 sama ár og hann var fangaður. Í útreikningi á fóður-, föngunar- og launakostnaði er miðað við slátraða þyngd en ekki lífþungaaukningu eins og gert er í útreikningum á framleiðslukostnaði í aleldi. Ástæðan er sú að oft er aðeins um helmingur af slátrþyngd sem rakinn er til lífþungaaukningar í eldinu sjálfu. Þessi aðferð hentar vel þegar engin breyting á sér stað í birgðum af fiski í kvíum á milli ára. Í þessu tilviki hafa birgðir lækkað jafnt og þétt frá árinu 2005 úr um 900 tonnum í tæp 600 tonn árið 2009. Á þessum tíma var slátrað rúmlega 5.100 tonnum og birgðaryrningur nemur undir 6% sem hefur tiltölulega lítil áhrif á heildarútkomuna. Einnig skal hafa í huga að gögn frá þorskeldis-

mönnum eru ekki alltaf mjög nákvæm eins og t.d. afköst á ársverk.

### Framleiðslukostnaður í áframeldi á þorski

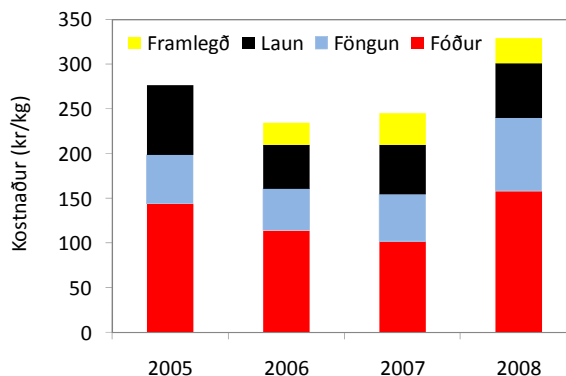
Á árunum 2005-2008 var föngunar-, fódur- og launakostnaður á bilinu frá 210 kr/kg upp í 301 kr/kg m.v. verðlag ársins 2009 (mynd 6.8) og vegið meðaltal 248 kr/kg. Á árinu 2005 var fiskverð það lágt að það dugði ekki til að greiða allan fódur-, föngunar- og launakostnað og var því framleiðni neikvæð. Á árunum 2006-2008 var framlegð á bilinu 25-35 kr/kg en vegið meðaltal árána 2005-2008 aðeins 7 kr/kg. Ekki er lagt mat á hvort hagnaður hafi verið af rekstrinum en af framlegðinni þarf að greiða kostnað eins og afskriftir, vexti, viðhald, rekstur á bát, skrifstofukostnað, opinber gjöld o.fl. Rekstur þorskeldisstöðva hefur gengið mjög mismunandi sem kemur e.t.v. best fram í að aðeins 8 af 21 fyrirtæki sem hefur hafið rekstur frá árinu 2002 er starfandi í dag.

### Fóðurkostnaður

Stærsti kostnaðarliðurinn í áframeldi á þorski er fódurkostnaður. Þeir þættir sem hafa áhrif á fódurkostnað eru fódurverð, fódurstuðull og lífþungaaukning á fiskinum í eldi. Fódurkostnaður var breytilegur milli ára allt frá um 102 kr/kg upp í 158 kr/kg (mynd 6.8). Lífþungaaukningin var 2,5 kg á fisk árið 2005 og var komin niður í 1,7 kg árið 2008 (tafla 6.1). Þróun fódurkostnaður var jákvæð frá 2005 til 2007 en árið 2008 hækkaði hann mikið aðallega vegna hækkunar á fódurstuðli.

### Föngunar- og launakostnaður

Föngunarkostnaður m.v. slátraða þyngd var frá 47 kr/kg upp í 82 kr/kg og hæstur árið 2008 sem má rekja til þess að fiskurinn var í stuttan tíma í eldi og lífþungaaukning því lítil (mynd 6.8). Launakostnaður var á bilinu 50-78 kr/kg (mynd 6.8).



Mynd 6.8. Framleiðslukostnaður m.v. slátraða þyngd í áframeldi á þorski eftir kostnaðarliðum árin 2005-2008 á verðlagi ársins 2009.

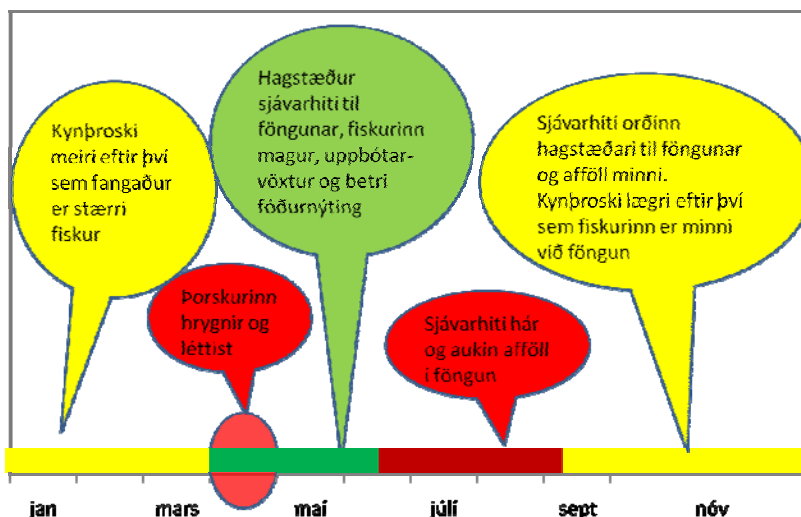
Figure 6.8. Production cost relative to slaughtering weight of wild farmed cod broken into for single cost items in 2005-2008 at prices of 2009.

## 7. Aukin arðsemi áframeldis á þorski

### 7.1 Hvenær á að fanga fiskinn?

#### Hvænær á að fanga fiskinn?

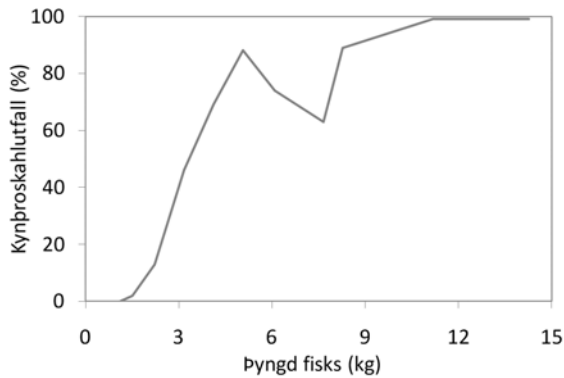
Það er hagstætt að fanga þorsk til áframeldis í apríl fram í júní en á þessum tíma er fiskurinn tiltölulega magur og sjávarhiti ekki orðinn það hár að það hafi veruleg neikvæð áhrif á velferð fisksins og afföll (mynd 7.1). Fram undan er jafnframt hækkandi og tiltölulega hagstæður sjávarhiti fyrir eldið. Í þeim tilvikum sem þorskurinn er ekki búinn að hrygna er hægt að



Mynd 7.1. Kostir og ókostir mismunandi tímasetningar við föngun og eldi á þorski.

Figure 7.1. Advantages and disadvantages of different timing of capture of cod for on-growing.





Mynd 7.2. Kynþroskahlutfall þorsks við Ísland eftir meðalþyngd mismunandi aldurshópa árið 2009 (Hafrannsóknastofnunin 2010).

Figure 7.2. Percentage of maturity of wild cod according to mean weight of different age-classes in 2009 (Hafrannsóknastofnunin 2010).

fara þá leið að geyma fiskinn í einn mánuð í söfnunarkví fyrir vigtun (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009b).

Frá seinnihluta júní og fram í september er sjávarhiti tiltölulega óhagstæður fyrir föngun, fiskurinn viðkvæmur og afföll oft mikil. Það á sérstaklega við í þeim tilvikum sem fiskurinn er tekinn af miklu dýpi og fær jafnframt harkalega meðhöndlun við föngun og flutning í og úr söfnunarkví (mynd 7.1).

Í september fer sjávarhiti lækandi og við það lækka afföll við föngun. Aftur á móti verður hátt hlutfall af þorskinum kynþroska þegar fangaður er stór fiskur. Ef markmiðið er að slátra áður en kynkirtlar byrja að stækka umtalsvert er eldistíminn mjög stuttur.

### Hve stóran fisk á að fanga?

Hagstæðasta stærð þorsks til áframeldis fer mikið eftir föngunartíma. Þegar um er að ræða eldi frá því um vorið fram í byrjun vetrar skiptir fiskstærð ekki miklu máli upp á vöxt og fôðurnýtingu og því getur verið hagstætt að veiða frekar stóran fisk sem nær mikilli stærð við slátrun. Sé eldið hins vegar látið ganga fram á næsta vetur verða flestir þorskar sem voru >1 kg við föngun kynþroska um haustið (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009a) og missa við það holdfyllingu við hrygningu. Þorskurinn leggur hlutfallslega meiri orku í kynkirtlana eftir því sem hann er eldri og stærri við föngun og því er óhagstætt að ala stóra þorska fram á vetur en getur borgað sig fyrir smærri fiskana, sérstaklega ef þeir eru aldri í eitt sumar í viðbót og slátrað áður en kynkirtlar ná að þroskast í annað

sinn.

Sé hins vegar þorskurinn fangaður um haustið er ákveðið hlutfall hans kynþroska og því hærra hlutfall sem þorskurinn er stærri (mynd 7.2). Fiskar sem eru ókynþroska á þessum tíma verða ekki kynþroska á komandi vetri þrátt fyrir mikið fæðuframboð. Því getur verið hagkvæmt að fanga tiltölulega smáan og að mestu ókynþroska þorsk að haustinu og ala hann í eitt ár. Á tímabilinu 1964-1999 hefur sú þróun verið að þorskurinn er bæði minni og yngri þegar hann verður fyrst kynþroska hér við land (Pardoe o.fl. 2009). Töluverður munur getur verið á kynþroskahlutfallinu milli árganga (mynd 7.2) og svæða. Þorskar verða að jafnaði fyrr kynþroska eftir því sem þeir eru holdmeiri og með hærra lifrarhlutfall (Marteinsdóttir og Begg 2002; Pardoe o.fl. 2008).

## 7.2 Nýtt fóður

### Verð á uppsjávarfiskum hækkar

Með aukinni samkeppni um hráefni og hækkanði verði á uppsjávarfiskum verður erfiðara að afla nægilegs fôðurs fyrir áframeldisþorsk á viðráðanlegu verði. Á undanförunum árum hafa veiðar á uppsjávarfiskum (loðna, síld og kolmunn) dregist saman eða úr um 1,5 milljón tonna árin 2000-2003 niður í tæpa 0,5 milljón tonna árið 2009 (mynd 7.3). Jafnframt hefur auknu hlutfalli aflans verið ráðstafað til manneldisvinnslu, úr 8% árið 2000 í 47% árið 2009. Samfara auknu hlutfalli í manneldisvinnslu hefur hráefnisverð hækkað (kafli 6.2).

Á meðan línuútgerð er stunduð verður alltaf hægt að fá beitu sem ekki hentar sem agn á lágu verði. Það getur hentað smærri fyrirtækjum en mun aldrei verða nema lítill hluti af heildarmagni fôðurs hjá stærri þorskeldisfyrirtækjum. Nýjar tegundir eins og norræna gulldepla sem ekki eru nýttar til manneldis geta að einhverju leyti komið í stað hefðbundinna tegunda á meðan hún er ekki nýtt til manneldis. Gallinn við norrænu gulldeplu og aðrar smærri tegundir er að þær henta ekki eins vel til að gefa í heilu lagi.

### Kostir og gallar tilbúins fôðurs

Með því að nota þurrfóður eða votfóður er hægt að tryggja rétta næringarsamsetningu á fôðrinu, ná miklum vexti og lægri fôðurstuðli svo framarlega sem fiskurinn étur fôðrið. Til að

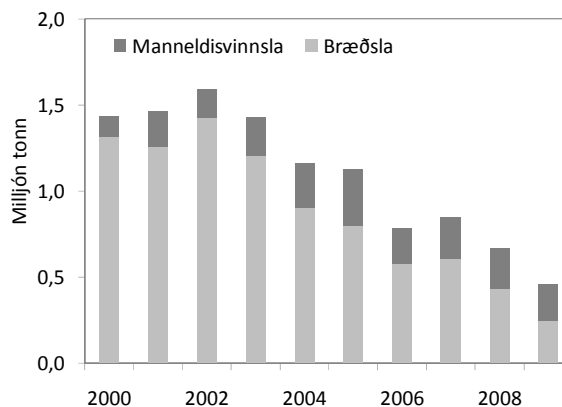
tryggja stöðugt framboð og þá sérstaklega með auknu umfangi áframeldis á þorski eykst þörfin á að forvinna fódrið áður en það er gefið, s.s. að framleiða votfóður, þurrfóður, jafnvel gelfóður eða frysta afskurð og annað hráefni í hæfilega köggla sem fiskurinn getur gleypst. Með notkun þurrfóðurs er mun meira öryggi í afhendingu. Þorskeldisfyrirtæki sem framleiða sitt eigið votfóður hafa meiri möguleika á að útvega ódýrara hráefni til fóðurgerðar og af mismunandi uppruna en þegar eingöngu er notaður uppsjávarfiskur. Bent hefur verið á ýmsa valkosti á hráefni til votfóðurframleiðslu s.s. afskurður af bol- og uppsjávarfiski (Jón Árnason 2004) og ódýru hráefni eins og slógi og rækjuúrgangi (Jón Örn Pálsson 2009).

Gallinn er sá að hráefnið er ekki alltaf til staðar á sama stað og eldið fer fram. Til dæmis er uppsjávarfiski yfirleitt landað á Austfjörðum og Suðurlandi en eldið fer að mestu fram á Vestfjörðum. Það þyrfti því að frysta afskurð úr vinnslu uppsjávarfiska eða flytja ferskt með bílum. Þó er enn meiri galli sá að það tilbúna votfóður sem framleitt hefur verið hingað til hefur verið illa tekið af áframeldisþorski og leitt til minni vaxtar og verri fóðurnýtingar samanborið við heilan fisk (kafla 1.2.). Því er nauðsynlegt að framkvæma vandaðar tilraunir með vöxt og fóðurnýtingu áður en fjárfest er í dýrum tækjabúnaði og farið að fódra mikið magn af fiski með tilbúna fódri.

### Votfóður

Gerð hefur verið kostnaðargreining á framleiðslu votfóðurs fyrir áframeldisþorsk þar sem gert var ráð fyrir að framleidd væru 2.000 tonn af votfóðri og þrír menn önnuðust þá vinnu og að launakostnaður yrði um 5 kr/kg (Jón Örn Pálsson 2009). Annar kostnaður s.s. húsnæði, afskriftir og fjármagnskostnaður, var áætlaður 6 milljónir á ári eða um 3 kr/kg votfóður. Heildarkostnaður við framleiðslu votfóðurs var 60 kr/kg og þá gert ráð fyrir að hluti af hráefninu væri ókeypist. Miðað við þessar forsendur er verð á hverja próteineiningu svipað og fyrir síld og lægra en hjá loðnu og er þá miðað við að verð á þessum tegundum sé 40 kr/kg. Hagkvæmni mun liggja í framleiðslumagni og því verða nokkur þorskeldisfyrirtæki að sameinast um rekstur fóðurstöðva, eins og þróast hefur t.a.m. í loðnýraræktinni (Jón Örn Pálsson 2009).

Votfóðurframleiðsla verður að byggjast á ódýru hráefni. Frysting eða önnur meðhöndlun



Mynd 7.3. Ráðstöfun loðnu, kolmunna og síldar til mannelis og bræðslu árin 2000-2009 (heimild: Hagstofa Íslands).

Figure 7.3. Disposal of capelin, blue whiting and herring for human consumption and fish meal production (Source: Statistics Iceland).

á hráefninu áður en það er tekið í fóðurframleiðslu mun auka kostnað. Lágst verð á votfóðri mun því ávallt byggjast á því að nýta sem mest ferskt hráefni af svæðinu. Kostur við að nota votfóður fyrir áframeldisþorsk er að hann þarf ekki að fódra daglega eins og t.d. lax. Afhendingaröryggi á hráefni þarf því ekki að vera eins mikið og í laxeldi þar sem hægt er að sleppa fóðrun í nokkra daga og fódra mikið þegar hráefni í fóður er aðgengilegt. Ásamt því að nýta afskurð frá vinnslu uppsjávarfiska, bolfisks og rækju er einnig hægt að nota smáar tegundir sem hægt er að veiða í nágrenninu eins og t.d. ljósátu. Ítreka skal mikilvægi þess að mæla vöxt og fóðurnýtingu áður en ráðist er í þessa framkvæmd.

### Gelfóður

Fyrir áframeldi á túnfiski eru í þróun gelkögglar af hæfilegri stærð fyrir fiskinn. Smáir þurrfóðurlkögglar eru bundnir saman með gelbindiefni í blokk nægilega stóra til að vekja áhuga fisksins (Fish Farming International 2010). Hugsanlega er einnig hægt að beita þessari aðferð við fóðrun á ljósátu og öðrum smáum tegundum. Í dag eru veiðar á ljósátu ekki stundaðar hér á landi og óvíst hvort hægt sé að veiða hana á samkeppnishæfu verði. Ljósátu yrði þá „pakkað“ saman í hæfilega stóra gelköggla fyrir áframeldisþorsk. Gelkögglaþráir eru mjúkir og væntanlega lystugri en þurrfóður og því meiri líkur á að fiskurinn éti þá. Einnig er hægt að blanda í gelið bragð- og lyktarefnum til að gera fódrið meira áhugavert



Mynd 7.4. Búnaður frá Seafarm Products í sjókvíeldisstöðinni Eurofish í Noregi sem notaður er til að beyta upp í þurrfóðri fyrir þorsk (Ljósmynd: Gunnar Örn Kristjánsson).

Figure 7.4. Equipment from Seafarm Products in Eurofish sea cage farm in Norway to moisturize dry feed before feeding to cod (Photo: Gunnar Örn Kristjánsson).

fyrir fiskinn.

### **Frystir fóðurkögglar**

Áframeldisþorskur sem er fóðraður með frosnum uppsjávarfiski virðist skafa stærstan hlutann af fóðrinu utan af pönnunum. Þegar settar eru út frosnar pönnur beint úr frysti eins og algengt er á meðal þorskeldisfyrirtækja er vart byrjað að slakna á því þegar fiskurinn byrjar að naga utan af pönnunum. Með það að markmiði að lækka hráfnisverð má huga sér að nýta grófmalaðan afskurð, blanda saman við annað hráefni og frysta í hæfilega stóra bita sem fiskurinn getur gleppt. Kosturinn við að frysta fóðrið í samanburð við framleiðslu á votfóðri er að það flýtur í yfirborði sjávar og því auðveldar að fóðra fiskinn. Aftur á móti er kostnaður við frýstingu töluverður og nýta þarf t.d. lausfrysta sem ekki eru eins afkastamiklir og plötufrystar. Einnig er óvíst hvaða áhrif það hefur á fiskinn að gleypa tiltölulega stóra frysta fóðurkögglar sérstaklega á veturna þegar sjávarhiti er lægstur. Til að koma í veg fyrir að fóðurkögglar frjósi saman má ekki slakna mikið á þeim fyrir gjöf. Frost er því mun meira í fóðurkögglunum en við hefðbundna gjöf með frosnum heilum pönnum.

### **Þurrfóður**

Það er vel þekkt og margreynt að villtur þorskur étur ekki nægilega vel þurrfóður. Tekist hefur að venja hluta af þorskinum á þurrfóður með því

að bleyta upp í fóðrinu áður en það er gefið (kafli 1.2). Margt bendir til þess að það sé bæði harka fóðursins og framandi bragð sem gerir þurrfóður ólystugt fyrir þorsk. Talið er að það sé ekki fullreynt hvort hægt sé að venja villtan þorsk á þurrfóður. Hugsanlega er hægt að nota votfóður sem aðferð til að venja þorsk á að taka þurrfóður (Jón Örn Pálsson 2009). Hægt væri að hugsa sér eftirfarandi aðferðafræði til að venja villtan þorsk að taka þurrfóður:

- a. Votfóður framleitt úr uppbleyttu þurrfóðri, loðnu og bindiefni, til að byrja með.
- b. Smám saman yrði hætt að nota loðnu og eingöngu notað uppbleytt þurrfóður.
- c. Þegar þorskurinn er orðin vanur bragðinu er þurrfóðurkögglum blandað saman við votfóður sem byggir á uppbleyttu þurrfóðri.
- d. Hlutfall þurrfóðurkögglar í votfóðrinu er síðan aukið smám saman þar til eingöngu er gefið þurrfóður.

Ókosturinn við þessa aðferð er að þegar þorskeldisfyrirtæki er með áframeldisþorsk sem er mislangt kominn í aðlögun að þurrfóðri þarf að vera með margar blöndur í gangi á sama tíma.

### **Þurrfóðri breytt í votfóður**

Einnig má hugsa sér að bleyta upp í þurrfóðrinu og gefa fiskinum það allan eldistímamann. Fóðurverksmiðjan Laxá hefur framleitt þanið þurrfóður sem hentar til votfóðursgerðar. Búið er að hanna búnað til að bleyta upp í þurrfóðri en hann myndar undirþrýsting og dregur ferskvatn upp í fóðurkögglana (mynd 7.4). Uppbleytt þurrfóður hefur verið reynt á aleldisþorski og hefur það skilað betri vexti og minni afföllum en við notkun á hefðbundnu þurrfóðri. Til að framleiða votfóður úr þurrfóðri þarf hreint ferskvatn. Í Noregi er talið að óhreint ferskvatn hafi haft neikvæð áhrif á fiskinn (Gunnar Örn Kristjánsson 2010).

### **Bragð- og lyktarefni til að auka áhuga fisksins**

Þorskur er frekar matvandur fiskur og er því mikilvægt að fóðrið innihaldi lyktar og bragðefni sem fiskurinn sækir í (Pawson 1977, Løkkeborg 1998). Tekist hefur að auka át og vöxt hjá þorski með því að bæta í fóðrið smokkfiski (Lie o.fl. 1989a, b). Aðrar fisktegundir kom til greina til að auka áhuga



þorsks fyrir fódriinu og má þar nefna loðnu, sandsíli og fleiri tegundir (sjá kafla 4.1). Fjöldi annarra bragðefna koma til greina s.s. úr ljósátu, rækju, skelfiski og einnig hafa ákveðnar amínósýrur lystaukandi áhrif (Waagebø 2001).

### 7.3 Hagkvæmari aðferðir við fódrun

#### *Er notkun þurrfóðurs hagkvæmur valkostur?*

Ef hægt verður að þróa þurrfóður fyrir áframeldisþorsk mun verða hægt að nýta þróaða og afkastamikla fódrunartækni sem byggir á að blása fódriinu (mynd 7.5). Vandamálið við notkun þurrfóðurs er að ákveðið hlutfall af þorskinum tekur ekki fódrið. Það má því búast við því a.m.k. eins og staðan er í dag að það þurfi að flokka frá þann fisk sem ekki tekur fódrið eftir nokkrar vikur. Af því hlýst kostnaður og þróa þarf aðferðir til að aðskilja frá þá þorska sem ekki taka þurrfóður til að koma í veg fyrir að fiskurinn drepst úr hungri. Með því að bleyta upp í fódriinu og bæta í það bragðefnum má e.t.v. auka hlutfall fiska sem éta fódrið. Þá væri einnig hægt að fleyta fódriinu um lagnir í eldiskvíar (mynd 7.4) í staðinn fyrir að blása því eins og algengast er í dag með þurrfóður.

#### *Er notkun votfóðurs hagkvæmur valkostur?*

Það er erfitt verk að handfóðra þorsk með votfóðri og þarf því að taka í notkun afkastamikinn búnað til að auðvelda fódrunina og draga úr kostnaði. Hannaður hefur verið fódri til fódrunar á votfóðri. Fódriinn dælir sjó og fódri með sogdælu úr tanki og síðan út um rör í eldiskví. Á enda rörsins er dreifari sem tryggir góða dreifingu á fódriinu í eldiskvínni (Knudsen 1997). Þrátt fyrir að fódrunarbúnaður auðveldi vinnuna þarf eldismaðurinn að nota töluvert lengri tíma við fódrunina en þegar frosnar pönnur eru settar í fódurkví eða beint í eldiskví.

Viðfangsefnið við framleiðslu votfóðurs er að mynda köggla og koma í veg fyrir að þeir límist saman. Til að koma í veg fyrir það er þurrefnisniahaldið aukið með dýru mjöli og bætt við bindiefnum. Ef farin er sú leið að framleiða köggla um borð í fódurbát eða fódurpramma



Mynd 7.5. Þurrfóðri blásið út í eldiskví (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

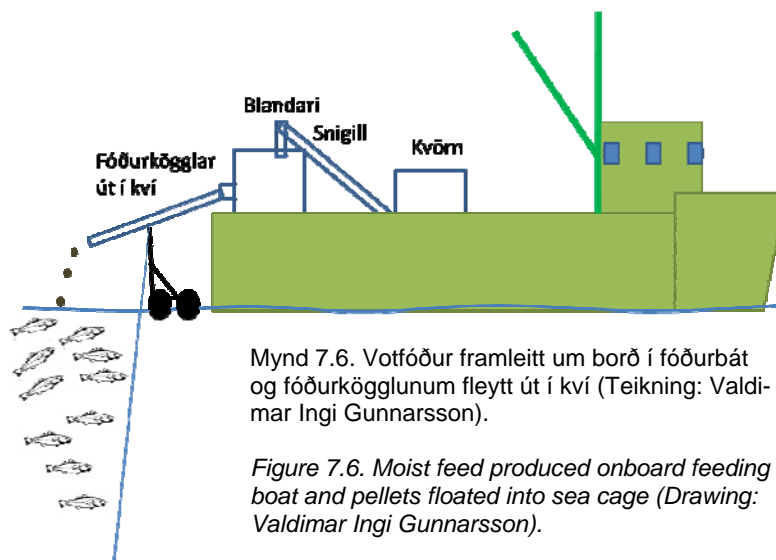
Figure 7.5. Blow spreader spreading dry feed into sea cage (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

er hægt að fleyta þeim í sjó um rennu beint í eldiskví (mynd 7.6). Við það minnkar magn af mjöli og bindiefnum og dregur úr hráefniskostnaði. Vatnsinnihaldið er jafnframt tiltölulega hátt í fódriinu sem hugsanlega eykur líkur á því að þorskurinn éti það.

### 7.4 Fódrun með lifandi fæðudýrum

#### *Eru lifandi náttúruleg fæðudýr valkostur?*

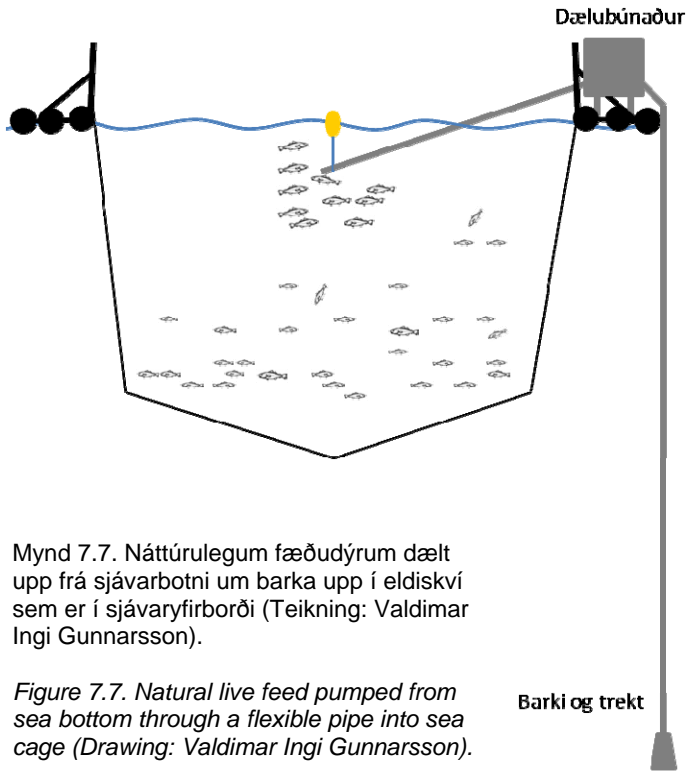
Þorskur í eldiskvíum virðist éta lifandi fæðudýr í takmörkuðum mæli. Þó eru dæmi um að töluvert magn af ljósátu hafi fundist í þorski sem geymdur var í söfnunarkvíum (kafla 4.3). Hugmyndir hafa því komið upp að fódra áframeldisþorsk með lifandi fæðudýrum sem eru í nágrenni við eldiskvíar. Þessi aðferð er vel þekkt við fódrun lirfa sjávarfiska en þar hefur helsta vandamálið verið sveiflur í fæðuframboði



Mynd 7.6. Votfóður framleitt um borð í fódurbát og fóðurköggulunum fleytt út í kví (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 7.6. Moist feed produced onboard feeding boat and pellets floated into sea cage (Drawing: Valdimar Ingi Gunnarsson).





Mynd 7.7. Náttúrulegum fæðudýrum dælt upp frá sjávarbotni um barka upp í eldiskví sem er í sjávaryfirborði (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 7.7. Natural live feed pumped from sea bottom through a flexible pipe into sea cage (Drawing: Valdimar Ingi Gunnarsson).

(van der Meeren og Naas 1997).

### Val á svæðum til að fanga fæðudýr

Frumskilyrði fyrir þessari aðferð er að nægilegt magn sé af náttúrulegum fæðudýrum í næsta nágrenni við eldiskvíarnar. Fyrsta skrefið er því að kortleggja þau svæði þar sem mest er um náttúruleg fæðudýr. Í innanverðu Ísafjarðardjúpi er t.d. ljósáta í tiltölulega litlum þéttleika á sumrin og vorin en miklum í janúar-febrúar. Jafnframt er þéttleiki ljósátu í Ísafjarðardjúpi mismunandi eftir svæðum innan ársins (Ólafur S. Ástþórsson 1990). Það má því gera ráð fyrir að flytja þurfi eldiskvíar á milli svæða og að þær þurfi að vera dreifðar yfir mun stærra svæði en hefðbundið eldi til að geta fangað nægilegt magn af fæðudýrum til að fóðra fiskinn.

### Er hægt að lokka fæðudýr inn í eldiskví?

Til að auka líkur á að fæðudýr sæki inn í eldiskví er hægt að nota ljós en þessi aðferð er t.d. notuð til að lokka fisk við veiðar (Yami 1976). Hugmyndir hafa komið upp með að lokka ljósátu inn í eldiskvíar með lýsingu til að lækka fódurkostnað í laxeldi (Wilborg 1966 í Storebakken 1984). Undanfarin ár hefur verið algengt að hafa lýsingu í þorskeldiskvíum í Noregi en í minna mæli hér á landi. Það er þó ekki vitað til þess að lýsing í sjókvíum hafi

lokkað að fæðudýr og eldisþorskur hafi étið þau í umtalsverðum mæli.

Notkun ljósa er þekktust við smokk-fiskveiðar en þá er hann lokkaður með ljósum upp í yfirborð sjávar þar sem hægt er að veiða hann (Yami 1976). Hvort hægt er að lokka hann inn í kvíar er óljóst. Beitusmokkur er einnig of stór þegar kemur fram á haustið til að komast í gegnum möskva netpokans. Það þyrfti því væntanlega að fanga hann og dæla honum inn í kví. Aðalgallinn við að nýta smokkfisk sem fæðu fyrir áframeldisþorsk er þó að hann kemur ekki reglulega til landsins og er eingöngu aðgengilegur í stuttan tíma inni í íslenskum fjörðum (Einar Jónsson 2000). Auk þess er markaðsverð fyrir smokkfisk of hátt til að nýta hann sem fóður í áframeldi.

### Er betra að lokka fæðudýr niður við sjávarbotn?

Notkun ljósa til veiða kunna hugsanlega að virka betur á meira dýpi þar sem áhrifa dagsbirtu gætir minna. Einnig má gera ráð fyrir að meiri þéttleiki fæðudýra sé niður við botn en í yfirborði. Það er því hægt að hugsa sér að fæðudýrin verði fönguð niður við botn og dælt um barka upp í eldiskví (mynd 7.7). Tilraunir með ljósagildrum sýna einnig að meira er fangað af ljósátu og öðrum fæðudýrum niður við botn en í yfirborði (Kawaguchi o.fl. 1986). Í tilraunum í Ísafjarðardjúpi hefur einnig komið fram að ljósáta lokkast að ljósi í gildrum (Einar Hreinsson, munnl. uppl.). Það er vel þekkt að dæla lifandi fæðudýrum upp í eldiseiningu. Við framleiðslu þorskklirfa í lokuðum kvíum var áður fyrr sjó dælt upp í tromlusúr þar sem dýrasvifið var skilið frá og síðan leitt út í eldiseininguna til að fóðra fiskinn (van der Meeren og Naas 1997).

### Er betri lausn að sökkva kvíunum?

Gera má ráð fyrir því að það fari ekki alltaf saman aðgengi að fæðudýrum og að aðstæður séu heppilegar til hefðbundins sjókvíaeldis. Þá er hægt að sökkva kvíunum vel undir sjávaryfirborð þar sem áhrifa ölduhreyfinga gætir í mun minna mæli. Ljósi yrði síðan komið fyrir inni í eldiskvínni til að lokka að fæðudýr (mynd 7.8). Hér gætir einnig minni áhrifa dagsbirtu og áhrif lýsingarinnar eru því meiri en uppi í yfirborði

sjávar. Óhagræði fylgir því að sökkva eldiskví, allt eftirlit verður erfiðara og vinna meiri. Koma þarf fyrir neðansjávarmyndavél til að fylgjast með fiskinum og fóðurtöku.

### Er þörf á viðbótarfóðrun?

Við söfnun á náttúrulegum fæðudýrum fyrir áframeldisþorsk má gera ráð fyrir að tíma- bundinn skortur geti orðið á fóðri sem dregur úr vexti og jafnvel eykur afföll. Til að tryggja hámarks vöxt þarf a.m.k. tímabundið að fóðra fiskinn með dauðum fæðudýrum eins og uppsjávarfiski. Í þeim tilvikum sem eldiskvíarnar eru í sjávarfirborði er fóðrað á hefðbundinn hátt. Aftur á móti er erfiðara að standa að viðbótarfóðrun í sökkvanlegum eldiskvíum. Hér á landi hafa verið gerðar tilraunir með að fóðra villtan þorsk í sökkvanlegum búrum í Vopnafirði. Í þessu tilviki var fóðrinu dælt um barka niður í eldisbúrið (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2006).

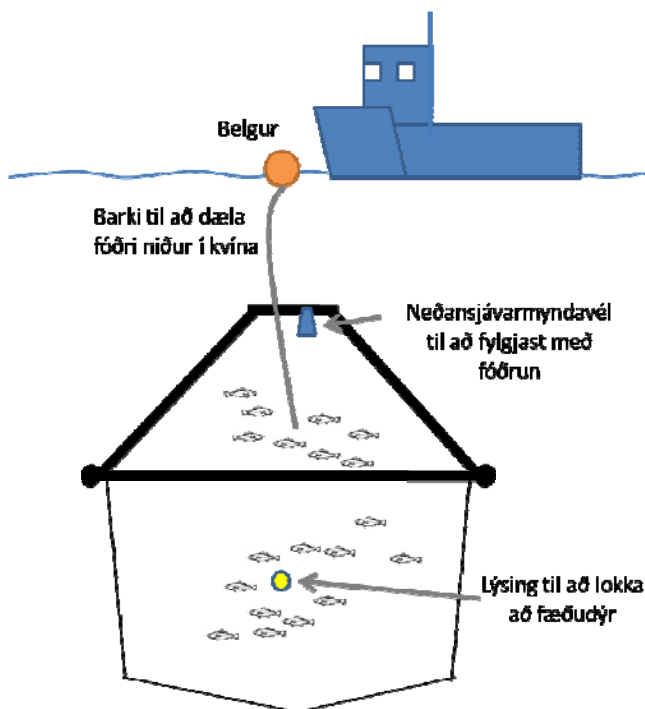
### Þörf á rannsóknum

Nýlega er hafin tilraun í Ísafjarðardjúpi á vegum Hafrannsóknastofnunar og Hraðfrystihússins-Gunnvarar með að nota ljós til að laða að ljósátu í sjókvíar með þorsk. Í tilrauninni eru notaðar tvær kvíar með 400 þorskum í hvorri og í annarri er lýsing en ekki í hinn og verður borinn saman vöxtur fisksins í báðum kvíum. Markmiðið er að kanna hvort hægt sé með þessari aðferð að minnka fóðrunarþörf og þar með kostnað í þorskeldi. Það á eftir að koma í ljós hvort þessi aðferð geti orðið arðbær eða heimild fáist til að nýta hana í iðnaðarskala. Við söfnun á ljósátu geta hugsanlega einnig fylgt með seiði nytjafiska sem gæti takmarkað notagildi aðferðarinnar.

## 7.5 Hvernig á að stjórna eldinu?

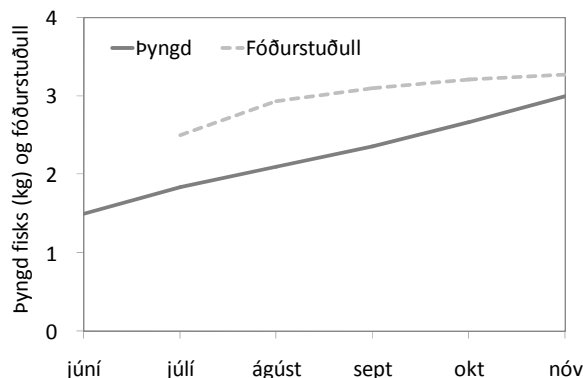
### Kynþorski og framkvæmd fóðrunar

Eftir að eldið er hafið verður því helst stjórnað með fóðrun, flokkun og lengd eldistíma. Gera má ráð fyrir að eftir því sem áframeldisþorskur er fóðraður lengur því hærra hlutfall fiskanna verði kynþorska. Vitað er að þorskar (1,5-2,0 kg) sem fangaðir eru um vorið og sumarið verða því sem næst allir kynþorska um veturinn (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009a) en ókynþorska þorskur sem veiddur er að hausti verður ekki kynþorska við eldisaðstæður fyrr en ári seinna. Holdafar og fæðuframboð getur



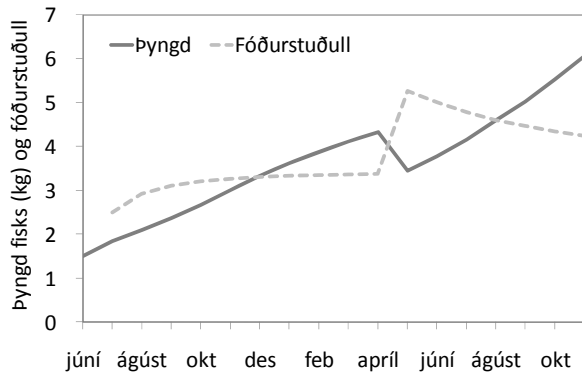
Mynd 7.8. Náttúruleg fæðudýr lokkuð inn í sökkvanlega eldiskví með lýsingu. Viðbótarfóðrun dælt úr bát niður í eldiskvína um barka (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 7.8. Natural live feed attracted into submerged cage with light. Additional feed pumped from boat into sea cage through a flexible pipe (Drawing: Valdimar Ingi Gunnarsson).



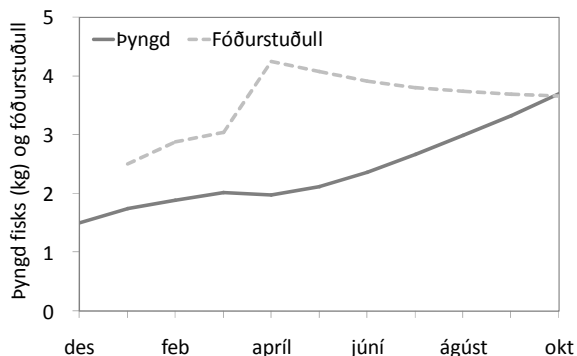
Mynd 7.9. Áætluð meðalpyngd áframeldisþorsks í byrjun hvers mánaðar og uppsafnaður fóðurstuðull frá byrjun áframeldisins. Stuðst er við vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007) nema fyrsta mánuðinn en þá er reiknað með 50% meiri vexti.

Figure 7.9. Estimated average weight of wild farmed cod at the beginning of each month and cumulated feed conversion factor from the beginning of on-growing. Based on a growth model (Björn Björnsson o.fl. 2007) except for the first month when 50% higher growth rate is assumed.



Mynd 7.10. Áætluð meðalþyngd áframeldisþorsks í byrjun hvers mánaðar og uppsafnaður fóðurstuðull frá byrjun áframeldisins. Stuðst er við vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007) nema fyrsta mánuðinn en þá er reiknað með 50% meiri vexti. Gert er ráð fyrir að fiskurinn léttist um 25% við hrygningu.

Figure 7.10. Estimated average weight of wild farmed cod at the beginning of each month and cumulated feed conversion factor. Based on a growth model (Björn Björnsson o.fl. 2007) except for the first month when 50% higher growth rate is assumed. It is also assumed that the fish lose 25% their weight during spawning.



Mynd 7.11. Áætluð meðalþyngd áframeldisþorsks í byrjun hvers mánaðar og uppsafnaður fóðurstuðull. Stuðst er við vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007) nema fyrsta mánuðinn en þá er reiknað með 50% meiri vexti. Gert er ráð fyrir að 50% fiskanna verði kynþroska um veturinn og léttist um 15% við hrygningu.

Figure 7.11. Estimated average weight of wild farmed cod at the beginning of each month and cumulated feed conversion factor. Based on growth model (Björn Björnsson o.fl. 2007) except for the first month when 50% higher growth rate was assumed. It is also assumed that 50% of the fish mature in the winter and lose about 15% of weight during spawning.

einnig haft áhrif á hlutfall kynþroska. Í einni tilraun kom fram að eftir því sem holdastuðullinn (0,58-0,74) var hærri í byrjun janúar þegar fóðrun hófst því herra var hlutfall kynþroska þorska á stærðarbilinu 1,0-1,5 kg (Dutil o.fl. 2006). Þorskurinn þarf að vera í ákveðnum holdum til að geta byggt upp kynkirtla (Taranger o.fl. 2010). Það er vart raunhæfur kostur að minnka kynþroska þorsks sem er í eðlilegum holdum og fangaður um haustið og veturinn með að draga úr fóðrun. Í tilraun þar sem eldisþorskur var fóðraður með fullri eða hálfri fóðrun frá nóvember til mars breyttist hlutfall kynþroska lítið eða ekkert (Yoneda og Wright 2005a,b). Tímabundið svelt á tímabilinu frá miðjum júlí fram í miðjan nóvember dró heldur ekki úr hlutfalli kynþroska þorska (Karlsen o.fl. 1995).

#### Áhrif eldisferils á fóðurstuðul

Val á eldisferli getur haft veruleg áhrif á fóðurstuðul. Almennt má segja að eftir því sem fiskurinn er lengur í eldi því meira hækki fóðurstuðullinn.

**Stuttur eldistími (5 mánuðir):** Hér er gert ráð fyrir að hefja eldið í byrjun júní og slátra fiskinum í lok október eftir um 5 mánaða eldi. Fyrsta mánuðinn er gert ráð fyrir fóðurstuðli 2,5 á meðan á mesta uppbótavextinum standur og síðan 3,5. Á þessum tíma nær fiskurinn að tvöfalda þyngd sína og uppsafnaður fóðurstuðull fer úr 2,5 fyrsta mánuðinn upp í 3,3 við slátrun (mynd 7.9).

**Langur eldistími (17 mánuðir):** Hér er gert ráð fyrir að hefja eldið í byrjun júní en ala fiskinn áfram allan veturinn og slátra honum í lok október á næsta ári eftir 17 mánaða eldi. Á þessum tíma hefur fiskurinn náð að auka þyngd sína úr 1,5 kg í 6 kg. Fyrsta mánuðinn er gert ráð fyrir fóðurstuðli 2,5 á meðan mesti uppbótavöxtur á sér stað og síðan 3,5. Við hrygningu í apríl er gengið út frá að fiskurinn léttist um 25% sem er þess valdandi að enginn þyngdaraukning á sér stað yfir um 5 mánaða tímabil. Uppsafnaður fóðurstuðull hækkar úr 2,5 fyrsta mánuðinn í 3,4 í byrjun apríl og við hrygningu hækkar hann í 5,3 og lækkar síðan smám saman og er kominn niður í 4,3 við slátrun í lok október (mynd 7.10).

**Vetrarfóðrun (11 mánuðir):** Hér er gert ráð fyrir að fanga 1,5 kg þorsk í byrjun desember og ala hann fram í lok október árið eftir eða í 12 mánuði. Gengið er út frá að 50% þorskanna verði kynþroska og þeir fiskar sem hrygna léttist

um 15%. Fyrsta mánuðinn er fódurstuðullinn 2,5 á meðan mesti uppbótavöxturinn á sér stað og síðan 3,5. Uppsafnaður fódurstuðull hækkar úr 2,5 fyrsta mánuðinn í 4,5 í apríl við hrygningu og lækkar síðan smám saman og er kominn niður í 3,7 við slátrun í lok október (mynd 7.11).

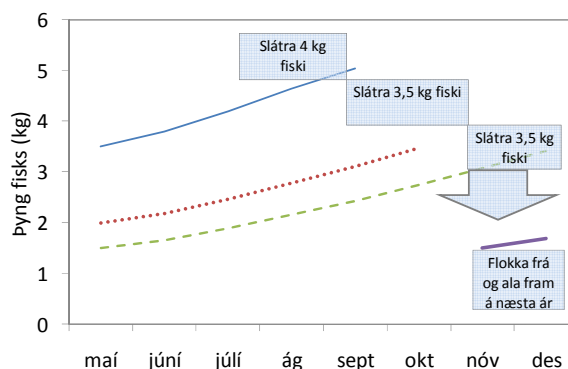
### Stærðarflokkun

*Stærðarflokkun við föngun:* Með tilliti til fódurstuðuls er best að hafa eldisferilinn sem stystan. Ef þorskurinn er stærðarflokkaður við föngun t.d. í maí í fisk sem er yfir 3 kg, 1,5-3 kg og undir 1,5 kg er hægt að byrja að slátra stærsta fiskinum í lok sumars, millistærðinni um haustið og þeim hluta af minnsta fiskinum í lok ársins sem náð hefur markaðsstærð en ala afganginn fram á næsta ár (mynd 7.12). Með stærðarflokkun minnka einnig líkur á sjálfráni með tilheyrandi hækkun á fódurstuðli.

*Stærðarflokkun við slátrun:* Kynþroski hækkar ekki eingöngu fódurstuðullinn heldur vex fiskurinn ekkert í lengri tíma sérstaklega stærri fiskurinn (kafla 3.1). Með því að setja stærri þorskin (>3 kg) í slátrun og flokka frá og ala áfram smærri fiskinn (<2 kg) má draga verulega úr tjóni af völdum kynþroska. Lægra hlutfall af smáa þorskinum verður kynþroska og jafnframt léttist hann minna við hrygningu en stærri fiskurinn.

## 8. Þakkarorð

Verkefnisstjórar þorskeldisfyrirtækja hafa sent Hafrannsóknastofnuninni árlega greinargerðir um árangur af eldinu sem þessi skýrsla byggir meðal annars á: Elís Hlynur Grétarsson, Þorskeldi ehf., Erlendur Steinar Friðriksson, Rostungur ehf., Guðmundur W. Stefánsson, Vopnfiskur ehf., Hallgrímur Kjartansson, Álfsfell ehf., Jón Örn Pálsson, Þóroddur ehf., Ingólfur Sigfússon, Tó hf., Karl Már Einarsson, Eskja ehf., Ketill Elíasson, Glaður ehf., Kristján G. Jóakimsson, Hraðfrystihúsið - Gunnvör hf., Ólafur Helgi Haraldsson, Einherji ehf., Óttar Már Ingvarsson, Brim-fiskeldi ehf., Runólfur Guðmundsson, Guðmundur Runólfsson hf., Sindri Sigurðsson, Síldarvinnslan hf., Snorri Halldórsson, Veðibjallan ehf., Sverrir Haraldsson, Kví ehf. og Þóroddur ehf., Sævar Þór Ásgeirsson, Brim-fiskeldi ehf., Þór Magnússon 337 ehf. og Þórarinn Ólafsson, Hraðfrystihúsið - Gunnvör hf.



Mynd 7.12. Áætlaður vöxtur hjá áframeldisþorski af mismunandi stærð í upphafi eldisins og val á tíma-setningu slátrunar fyrir hina mismunandi stærðarhópa. Stuðst er við vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007)

Figure 7.12. Estimated growth rates of wild farmed cod of different sizes at the beginning of the rearing period and a strategy for slaughtering. Based on a growth model (Björn Björnsson o.fl. 2007).

Fylgst var með fódrun og rætt við eftirtalda starfsmenn eldisfyrirtækja sem hafa miðlað upplýsingum í skýrsluna: Barði Ingibjartsson, Eiríkur Ragnarsson, Þorbergur Jóhannesson Hraðfrystihúsið – Gunnvör hf., Birgir Guðmundsson, Þorskeldi ehf., Davíð Kjartansson og Kjartan Davíðsson, Álfsfell ehf., Sigurvin Hreiðarsson og Matthías Ágústsson, Þóroddi ehf. Einnig var rætt við Harald Konráðsson skipstjóra á Valnum ÍS 20. Öllum þessum aðilum er þakkað þeirra framlag.

## 9. Heimildir

- Andersen, N.G. 2001. A gastric evacuation model for three predatory gadoids and implications of using pooled field data of stomach contents to estimate food rations. *Journal of Fish Biology* 59: 1198–1217.
- Anon. 1989. Yield and nutritional value of the commercially more important fish species. *FAO Fisheries Technical Paper*. No.309. Rome, FAO. 189 p.
- Anon. 1998. Produksjon av sild og makrel. Norsk bransjenorm for fisk. 10 s.
- Anon. 2007. Tilraunaveiðar á laxsild og öðrum tegundum miðsjávarfiska. Lokaskýrsla til AVS sjóðsins.
- Anon. 2010. Assessment of the fish silage processing method (FSPM) for treatment of category 2 and 3 material of fish origin. Norwegian Scientific Committee for Food Safety. 30 p.



- Ali, M., Nicieza, A. & Wootton, R.J. 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries* 4: 147-190.
- Aqua Management 2004. Fisken rømmer: En riskikoanalyse av driftsrelaterte årsaker. Aqua Management AS. 36 s.
- Austreng, E., Mørkøre, T. & Helle, T. 2003. Oppføra torsk fikk leverstørrelse som skrei. *Norsk fiskeoppdrett* 28 (14): 40-41.
- Bernard, J.B. & Allen, M.E. 2002. Feeding captive piscivorous animals nutritional aspects of fish as food. Nutrition advisory group handbook. Fact sheet 005/2002. 12 p.
- Beveridge, M. 2004. *Cage aquaculture*. Blackwell Publishing Ltd. 368 p.
- Bélander, F., Blier, P. U. & Dutil, J.-D. 2002. Digestive capacity and compensatory growth in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fish Physiology and Biochemistry* 26: 121-128.
- Björn Björnsson 1993. Swimmig speed and swimming metabolism of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to available food: a laboratory study. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 2542-2551.
- Björn Björnsson 1994. Þorskeldi við Íslandsstrendur. *Sjómannadagsblað Neskaupstaðar* 17: 40-45.
- Björn Björnsson 1997a. Tilraunafóðrun á þorski í Stöðvarfirði 1995-96. Í: Fjölstofnarannsóknir 1992-1995. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 57: 227-239.
- Björn Björnsson 1997b. Vöxtur og fóðurnýting þorsks í eldistilraunum ásamt mati á heildaráti íslenska þorskstofnsins. Í: Fjölstofnarannsóknir 1992-1995. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 57: 217-225.
- Björn Björnsson 2011. Ranching of wild cod in 'herds' formed with anthropogenic feeding. *Aquaculture*.
- Björn Björnsson & Agnar Steinarsson 2002. The food-unlimited growth rate of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 494-502.
- Björn Björnsson & Dombaxe, M.Á.D. 2004. Quality of *Nephrops* as food for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) with possible implications for fisheries management. *ICES Journal of Marine Science* 61: 983-991.
- Björn Björnsson, Agnar Steinarsson & Matthías Oddgeirsson 2001. Optimal temperature for growth and feed conversion of immature cod (*Gadus morhua* L.). *ICES Journal of Marine Science* 58: 29-38.
- Björn Björnsson, Agnar Steinarsson & Tómas Árnason 2007. Growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*): effects of temperature and body weight on growth rate. *Aquaculture* 271: 216-226.
- Björn Björnsson, Hjalti Karlsson & Sigmar Guðbjörnsson 2010. The presence of experienced cod (*Gadus morhua*) facilitates the acoustic training of naïve conspecifics. ICES Annual Science Conference. *ICES CM* 2010/I:09.
- Björn Dagbjartsson 1974a. Notkun kolmunna til manneiddis. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. *Tæknitíðindi* nr. 52. 10. bls.
- Björn Dagbjartsson 1974b. Samanburður á fituinnihaldi og geymsluþoli steinbíts og hlýra í frosti. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. *Tæknitíðindi* nr. 53. 6. bls.
- Björn Gíslason & Bergur Guðmundsson 2001. Áframeldi þorsks í Eyjafirði 2001. Skýrsla til Nýsköpunarsjóðs námsmanna. Háskólinn á Akureyri. Sjávarútvegsdeild.
- Björn Knútsson 1997. Þorskeldi á Íslandi. Samanburður á arðsemi í strandeldi, kvíaeldi og fjarðældi. Meistaraprófsritgerð í sjávarútvegsfræðum frá H.Í. 93 bls.
- Björn Knútsson & Jakob Jakobsson 1997. Þorskeldi á Íslandi. Samanburður á arðsemi í strandeldi, kvíaeldi og fjarðældi. Útdráttur úr Meistaraprófsritgerð.
- Björn, P.A., Uglem, I., Sæther, B.S., Dale, T., Kerwath, S., Økland, F., Nilsen, R., Aas, K. & Tobiassen, T. 2007. Videreføring av prosjektet "Behavioural responses in wild coastal cod exposed to salmon farms: possible effects of salmon holding water - a field and experimental study". Fiskeriforskningen. *Rapport* 6/2007.
- Bjørnevik, M. & R.A. Eliassen, 2007. Delrapport: Dokumentasjon av tilvekst og kvalitet hos oppføret villtorsk. Prosjekt 73735 "Kvalitet villfisk". Biologisk Forskningsgruppe. Høgskolen i Bodø. 37 s.
- Braaten, B. 1984. Growth of cod in relation to fish size and ration level. I, Dahl, E., Danielssen, D.S. Moksness, E. & Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). *Flødevigen rapportser.* 1: 677-710.
- Brawn, V. M. 1969. Feeding behaviour of cod (*Gadus morhua*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 26 : 583-596.
- Bromley, P.J. 1991. Gastric evacuation in cod (*Gadus morhua* L.). *ICES Marine Science Symposia* 193: 93-98.
- Carss D.N. 1990. Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages. *Aquaculture* 90: 29-40.
- Clark, D.S., Brown, J.A., Goddard, S.J. & Moir, J. 1995. Activity and feeding behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in sea pens. *Aquaculture* 131: 49-57.
- Croxall, J.P. & Prince, P.A. 1982. Calorific content of squid (Mollusca: Cephalopoda). *British Antarctic Survey Bulletin* 55: 27-31.
- Davie, A., Porter, M.J.R. Bromage, N. R. & Migaud, H. 2007. The role of seasonally altering photoperiod in regulating physiology in Atlantic cod (*Gadus morhua*). Part II. Somatic growth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64(1): 98-112.
- Davis, M.W. & Olla, B.L. 2002. Mortality of lingcod towed in a net is related to fish length, seawater temperature and air exposure: a laboratory bycatch study. *North American Journal of Fisheries Management* 22: 395-404.
- Demster, T., Uglem, I. Snachez-Jerez, P., Fernandez-Jover, D., Bayle-Sempere, J., Nilsen, R. & Björn, P.A. 2009. Coastal salmon farms attract large and persistent ag-

- gregations of wild fish: an ecosystem effect. *Marine Ecology Progress Series* 385: 1-14.
- dos Santos, J. & Jobling, M. 1988. Gastric emptying in cod, *Gadus morhua* L.: effects of food particle size and dietary energy content. *Journal of fish biology* 33: 511-516.
- dos Santos, J. & Jobling, M. 1991a. Factors affecting gastric evacuation in cod, *Gadus morhua* L., fed single-meals of natural prey. *Journal of Fish Biology* 38: 697-713.
- dos Santos, J. & Jobling, M. 1991b. Gastric emptying in cod, *Gadus morhua* L.: Emptying and retention of indigestible solids. *Journal of Fish Biology* 38: 187-197.
- dos Santos, J. & Jobling, M. 1995. Test of a food consumption model for the Atlantic cod. *ICES Journal of Marine Science* 52: 209-219.
- dos Santos, J., Burkow, I.C. & Jobling M. 1993. Patterns of growth and lipid deposition in cod (*Gadus morhua* L.) fed natural prey and fish-based feeds. *Aquaculture* 110: 173-189.
- Droplaug Ólafsdóttir 2001. Review of the ecology of seal-worm, *Pseudoterranova* sp. (p) (Nematoda: Ascarioidea) in Icelandic waters. *NAMMCO Scientific Publications* 3: 95-111.
- Dutil, J.-D., Godbout, G., Blier, P.U. & Groman, D. 2006. The effect of energetic condition on growth dynamics and health of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Applied Ichthyology* 22: 138-144.
- Einar Jónsson 1982. Survey of spawning and reproduction of the Icelandic cod. *Rit fiskideildar* VI(2): 1-45.
- Einar Jónsson 2000. Lífríki sjávar: Beitusmökur. Námsgagnastofnun – Hafrannsóknastofnunin. 5 bls.
- Einen, O. 2001. Vekst og fórutnyttelse. s. 205-217. I, Waagbø, R., Espe, M., Hamre, K. & Lie, Ø. (red.). Fiskeernæring. Kystnæring. Forlag og bokklubb AS. 415 s.
- Einen, O. & Mørkøre, T. 1997. *Fóringlære for akvakultur*. Landsbruksforlaget. 235 s.
- Einen, O., Alne, H., Grisdale-Helland, B., Helland, S.J., Hemre, G.-I., Ruyter, B., Refstie, S. & Waagbø, R. 2006. Enæringsbiologi hos oppdrettsfisk. I, Thomassen, M., Gudding, R., Norberg, B. & Jørgensen, L. (red.). Havbruksforskning: Fra merd til mat. Norges forskningsråd. s. 190-205.
- Erlendur Steinar Friðriksson 2001. Arðsemismat á þorskeldisstöð. Lokaverkefni við sjávarútvegsdeild. Háskólinn á Akureyri.
- Erlingur Hauksson 1986. Síldarormurinn. *Fiskvinnslan* 3/86: bls. 36, 39, 40, 42 og 43.
- Erlingur Hauksson 1992a. Selir og hringormar. *Hafrannsóknir* 43: 1-123.
- Erlingur Hauksson 1992b. Áhrif verkunar á hringorma *Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins Rit* 33: 1-10.
- Esaiassen, M. Akse, L., Joensen, S., Midling, K.Ø., Tobiassen, T., Wilhelmsen, K. & Aas, K. 2006. Sulting av oppdrettstorsk. *Fiskeriforskning. Rapport* 26. 17 s.
- Eyjólfur Friðgeirsson 1983. Sandsfli. *Ægir* 76: 98-106 og 66.
- Falch, E., Aursand, I. & Digre, H. 2002. Pelagisk kvalitet. Sesongvariasjoner i næringsverdi og fettsammensetning i NVG sild og makrell. *SINTEF Rapport* nr. SFH80. 25 s.
- Fish Farming International 2010. Tuna feed breakthrough. *Fish Farming International* 5: 22.
- Fiskistofa 2010. Aflahefti Fiskistofu. Fiskveiðiárið 1. september 2009 – 31. ágúst 2010. Íslandsprentsmiðja. 12 bls.
- Fordham, S.E. & Trippel, E.A. 1999. Feeding behaviour of cod (*Gadus morhua*) in relation to spawning. *Journal of Applied Ichthyology* 15: 1-9.
- Gjøsæter, J. & Kawaguchi, K. 1980. A review of the world resources of mesopelagic fish. *FAO Fisheries Technical Paper* no. 193. 151 pp.
- Grantham, G.J. 1977. The utilization of krill. Southern ocean fisheries survey programme. GLO/SO/773. FAO, Rome. 61 p.
- Guðmundur J. Óskarsson & Jónbjörn Pálsson 2009. Vangaveltur um orsakir *Ichthyophonus* sýkingarfaraldur í íslensku sumargotssíldinni. Hafrannsóknastofnunin. *Hafrannsóknir* nr. 145:48-53.
- Guðrún Marteinsdóttir & Begg, G. A. 2002. Essential relationships incorporating the influence of age, size and condition on variables required for estimation of reproductive potential in Atlantic cod *Gadus morhua* stocks. *Marine Ecology Progress Series* 235: 235-256.
- Gunnar Örn Kristjánsson 2010. Fóðurverksmiðjan Laxá. Votfóður fyrir þorsk í áframeldi. Fyrirlestur á þorskeldiskvótafundum á Tálknafirði, 21.-22. september 2010. ([www.sjavarutvegur.is/thorskeldi/Skjol/Kvotafundur2010/gunnar.pdf](http://www.sjavarutvegur.is/thorskeldi/Skjol/Kvotafundur2010/gunnar.pdf))
- Gústaf Helgi Hjálmarsson, Sigurjón Arason, Kristín Anna Þórarinsdóttir, Ari Wendel, Jón Ö. Pálsson & Logi Jónsson 2004. Áframeldi smáþorsks. I. Hluti: Áhrif föðrunar á vinnslueiginleika. II. Hluti: Arðsemismat. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. *Verkefnaskýrsla Rf*, 01 – 04. 76 bls.
- Hafrannsóknastofnunin 2010. Nytjastofnar sjávar 2009/2010. Aflahorfur fiskveiðiárið 2010/2011. Hafrannsóknastofnunin. *Hafrannsóknir* nr. 153. 178 bls.
- Hansen, T., Karlsen, Ø., Taranger, G.L., Hemre, G.-I., Holm, J.C. & Kesbu, O.S. 2001. Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture* 203: 51-67.
- Hamre, K. & Mangor-Jensen, A. 2006. A multivariate approach to optimization of macronutrient composition in weaning diets for cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture Nutrition* 12: 15-24.
- Hatlen, B., Helland, S.J. & Grisdale-Helland, B. 2006. Energy and nitrogen partitioning in 250 g Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) given graded levels of feed with

- different protein and lipid content. *Aquaculture* 270: 167-177.
- Haugen, T.O., Knight, C., Rosten, T., Karlsson, A. & Kristensen, T. 2009. Velferdsmessige aspekter av fôrrestriksjon for villfanget torsk. Norsk institutt for vannforskning. *Rapport* nr. 5780-2009. 61 s.
- Hemre, G.-I., Lie, Ø., Lied, E. & Lambertsen, G. 1989. Starch as an energy source in feed for cod (*Gadus morhua*): digestibility and retention. *Aquaculture* 80: 261-270.
- Hemre, G.-I., Taranger, G.L. & Hansen, T. 2002. Gonadal development influences nutrient utilisation in cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 214: 201-209.
- Hemre, G.-I., Northvedt, R., Sandnes, K. & Lie, Ø. 2000. Oppdrett av torsk: Hurtig vekst uten kjempelever. *Norsk fiskeoppdrett* 25(16): 24-27.
- Hemre, G.-I., Taranger, G.L. & Hansen, T. 2002. Gonadal development influences nutrient utilisation in cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 214: 201-209.
- Hendry, C.I. 2003a. Cod grow-out in Newfoundland: History and future considerations. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 103(3): 40-46.
- Hendry, C.I. 2003b. Cod grow-out 2000-2003 - Project-summary FDP 250. Fisheries Diversification Program, Newfoundland and Labrador Department of Fisheries and Aquaculture. 12 p.
- Hildur Pétursdóttir, Ástþór Gíslason, Falk-Petersen, S., Hop, H. & Jörundur Svavarsson. 2008. Tropic interactions of the pelagic ecosystem over the Reykjanes Ridge as evaluated by fatty acid and stable isotope analyses. *Deep-Sea Research II* 55: 83-93.
- Hjalti Karlsson 2002. Áframeldi þorsks á Íslandi – Yfirlit og niðurstöður tilrauna. Fyrirlestur frá fundarferð í maí 2002 á vegum verkefnisins Þorskeldi á Íslandi: Stefnumörkun og upplýsingabanki.
- Hjalti Karlsson & Kristján G. Jóakimsson 2002. Eldistilraun á þorski. Fóðrun og hagkvæmni. Lokaskýrsla (uppkast). Hraðfrystihúsið Gunnvör hf. og Ketill Elíasson. 16 síður.
- Hjálmar Vilhjálmsson 1994. The Icelandic capelin stock. *Rit Fiskideildar* 8 (1): 1-281.
- Håstein, T., Bergh, Ø., Hemre, G.I., Hjeltnes, B., Levsen, A. & Midling, K. 2007. Smitterisiko ved fôring av oppdrettsfisk med ubehandlet villfanget fisk. Vitenskapskomiteen for mattrygghet. 43 s.
- Ikeda, T. 1996. Metabolism, body composition, and energy budget of the mesopelagic fish *Maurolicus muelleri* in the Sea of Japan. *Fishery Bulletin* 94(1): 49-58.
- Jobling, M. 1988. A review of the physiological and nutritional energetics of cod, *Gadus morhua* L., with particular reference to growth under farmed conditions. *Aquaculture* 70: 1-19.
- Jobling, M. 2001. Sulting og restriktiv fôring. s. 285-296. I, Waagbø, R., Espe, M., Hamre, K. & Lie, Ø. (red.). Fiskeernæring. Kystnæring. Forlag og bokklubb AS. 415 s.
- Jobling, M., Knudsen, R., Pedersen P.S. & dos Santos, J. 1991. Effects of dietary composition and energy content on the nutritional energetics of cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture* 92: 243-257.
- Jobling, M., Meløy, O.H., dos Santos, J. & Christiansen, B. 1994. The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. *Aquaculture International* 2: 75-90.
- Jón Eðvald Halldórsson 2009. Feasibility of ranching coastal cod in Northwest Iceland. Meistararitgerð við Háskólann á Akureyri. Viðskipta- og raunvísindadeild. Auðlindafræði. 104 p.
- Jón Gunnar Schram 2002. Eldi á villtum þorski (*Gadus morhua*) í kvíum. M.S.-ritgerð í sjávarútvegsfræðum. Háskóli Íslands. 195 bls.
- Jón Árnason 2004. Fóður og fóðurgerð fyrir þorsk. Í, Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 111: 121-125.
- Jón Árnason, Rannveig Björnsdóttir, Helgi Thorarensen & Ingólfur Arnarsson 2008. Fituþol þorsks. *Skýrsla Matís* 18-08. 21 bls.
- Jón Árnason, Rannveig Björnsdóttir, Ingólfur Arnarsson, Guðbjörg Stella Árnadóttir & Helgi Thorarensen 2010. Protein requirements of Atlantic cod *Gadus morhua* L. *Aquaculture Research* 41: 385-393.
- Jón Örn Pálsson 2003. Vetrarvöxtur þorsks í eldi. Þórsberg, Tálknafirði. Nr. ÞB0303. 10 bls.
- Jón Örn Pálsson 2005. Feed and growth of captured cod. Presentation on the conference, Cod farming in Nordic Countries, 6-7 September 2005. Hotel Nordica Reykjavík.
- Jón Örn Pálsson 2009. Votfóður fyrir eldisþorsk. *Skýrsla Matís* 08-09. 27 bls.
- Jón Örn Pálsson, Kristján G. Jóakimsson, Sverrir Haraldsson, Ólafur H. Haraldsson, Ketill Elíasson, Gísli Jón Kristjánsson, Haraldur Konráðsson & Elís Ketilsson 2009. Ferðaskýrsla frá Noregi. Veiditækni og áframeldi á þorski, veiði og flutningur á lifandi þorski til áframeldis. Þorskeldisklasi Vestfjarða. Atvinnuþróunarfélag Vestfjarða. 18 bls.
- Jónbjörn Pálsson 1997. A report on herring (*Clupea harengus*) from the Icelandic summer spawning stock and the Atlanto-Scandian stock examined for Ichthyophonous in Iceland 1996. *ICES C.M. 1997/F:6*, bls. 47-53.
- Jónbjörn Pálsson & Beverley-Burton, M. 1984. Helminth parasites of capelin, *Mallotus villosus*, (Pisces: Osmeridae) of the North Atlantic. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 51: 248-254.
- Jóhann Guðmundsson 1973. Mælingar á bræðsluhráefni. *Tæknitíðindi* nr. 24. 9 bls.
- Júlíus Guðmundsson & Jónas Bjarnason 1973. Efnagreiningar á hrognkelsum. *Tæknitíðindi* Nr. 17. 5 bls.
- Karlsen, O., Holm, J.C. & Kjesbu, O.S. 1995. Effects of periodic starvation on reproductive investment in first-time spawning Atlantic cod (*Gadus morhua* L.).

- Aquaculture* 133: 159-170.
- Karlsen, Ø., Hemre, G.-I., Tveit, K. & Rosenlund, G. 2006. Effect of varying levels of macro-nutrients and continuous light on growth, energy deposits and maturation in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture* 255: 242-254.
- Kawaguchi, K., Matsuda, O., Ishikawa, S. & Naito, Y. 1986. A light trap to collect krill and other micronektonic and planktonic animals under the Antarctic coastal fast ice. *Polar Biology* 6: 37-42.
- Knudsen, R. 1997. RUBIN-fôret. Utprøving av vakumpumpe til utfôring. Stiftelsen RUBIN. Rapport nr. 302/64.
- Kohler, A.C. 1964. Variations in the growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 21: 57-100.
- Kristín Anna Þórarinsdóttir 2010. Steinbítur. Afli, markaðir, nýting og efnainnihald. *Skýrsla Matís* 01-10. 13 bls.
- Krzynowek, J. & Murphy, J. 1987. Proximate composition, energy, fatty acid, sodium, and cholesterol content of finfish, shellfish, and their products. *NOAA Technical Report NMFS* 55. 60 p.
- Lamhauge, S., Jacobsen, J.A., Hjalti í Jákupsstovu, Valdemarsen, J.W., Sigurðsson, P., Bárðarsson, B. & Filin, A. 2008. Fishery and utilisation of mesopelagic fishes and krill in the North Atlantic. TemaNord 2008: 526. 36 p.
- Lambert, Y. & Dutil, J.D. 2001. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size grading. *Aquaculture* 192: 233-247.
- Liabø, L., Nystøyl, R., Pettersen, I. Vang, T.A. & Veggeland, F. 2007. Rammebetingelser og konkurransevne for akvakultur. En sammenligning mellom Chile, Skottland og Norge. Utarbeidet av Kontali analyse as og Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning på oppdrag fra Fiskeri- og kystdepartementet. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF). *NILF- Rapport* 2007-3: 1-150.
- Lie, Ø., Lied, E. & Lambertsen, G. 1989a. Feed attractants for cod (*Gadus morhua*). *Fiskeridirektoratets Skrifter. Serie Ernæring* 11(7): 227-233.
- Lie, Ø., Julshamn, K., Lied, E. & Lambertsen, G. 1989b. Growth and feed conversion in cod (*Gadus morhua*) on different feeds, retention of some trace elements in the liver. *Fiskeridirektoratets Skrifter. Serie Ernæring* 11(7): 235-244.
- Lied, E., Lie, Ø. & Lambertsen, G. 1985. Nutritional evaluation in fish by measurement of *in vitro* protein synthesis in white trunk muscle tissue. pp. 169-176. I: Cowey, C.B., Mackie, A.M. & Bell, J.G. (eds.), *Nutrition and feeding in fish*. Academic Press, London.
- Lied, E., Lie, Ø. & Lambertsen, G. 1989. Fôring av oppdrettsorsk. *Fiskets Gang* 75(6): 12-14.
- Lunestad, B.T. & Berland, B. 1997. *A collection of publications on nematodes occurring in cod fish*. The Directorate of Fisheries and Universitetet Bergen.
- Løkkeborg, S. 1998. Feeding behaviour of cod, *Gadus morhua*: activity rhythm and chemically mediated food search. *Animal behaviour* 56: 371-378.
- Margrét Bragadóttir, Heiða Pálmadóttir & Kristberg Kristbergsson 2002. Seasonal changes in chemical composition and quality parameters of capelin (*Mallotus villosus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology* 11: 87-103.
- McClelland, G. 1995. Experimental infection of fish with larval sealworm, *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda, Anisakinae), transmitted by amphipods. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52(Suppl.1): 140-155.
- Mello, L.G.S. & Rose, G.A. 2005. Seasonal cycles in weight and condition in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 62: 1006-1015.
- Morais, S., Bell, G.J., Robertson, D.A., Roy, W.J. & Morris, P.C. 2001. Protein/lipid ration in extruded diet for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): effects on growth, feed utilisation, muscle composition and liver histology. *Aquaculture* 203: 101-119.
- Moren, M., Suontama, J., Hemre, G.-I., Karlsen, Ø., Olsen, R.E., Mundheim, H. & Julshamn, K. 2006. Element concentrations in meals from krill and amphipodes, - Possible alternative protein sources in complete diets for farmed fish. *Aquaculture* 261: 174-181.
- Moren, M., Malde, R.M., Olsen, K.E., Hemre, G.I., Dahl, L., Karlsen, Ø. & Julshamn, K. 2007. Fluorine accumulation in Atlantic salmon (*Salmo salar*), Atlantic cod (*Gadus morhua*), rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets with krill or amphipod meals and fish meal based diets with sodium fluoride (NaF) inclusion. *Aquaculture* 269(1-4): 525-531.
- Murphy, H. 2002. Status of cod growout in Newfoundland. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 102 (1): 18-22.
- Nicol, S. & Endo, Y. 1997. Krill fisheries of the world. *FAO Fisheries Technical Paper* 367, FAO, Rome.
- Nicol, S. & Endo, Y. 1999. Krill fisheries: development, management and ecosystem implications. *Aquatic Living Resource* 12: 105-120.
- Nilsen, P. 1991. Oppfôring av torsk i merd i Finmark. Finmarksforskning. Rapportnummer 6/91.
- Nylund, A. 1999. *Ichthyophonus hoferi*. I. Poppe, T. (red.). Fiskelhelse og fiskesykdommer. Universitetsforlaget. S. 174-175.
- Ólafur S. Ástþórsson 1990. Ecology of euphausiids *Thysaniessa raschi*, *T. inermis* and *Meganctiphanes norvegica* in Ísafjord-deep, northwest-Iceland. *Marine Biology* 107: 147-157.
- Ólafur Karvel Pálsson 1985. Fæða þorsks á togaramiðum. *Sjómannablaðið Víkingur* 45: 22-28.



- Olla, B.L., Davis, M.W. & Schreck, C.B. 1997. Effects of simulated trawling on sablefish and walleye pollock: the role of light intensity, net velocity and towing duration. *Journal of Fish Biology* 50: 1181–1194.
- Opstad, I., Suontama, J., Langmyhr, E. & Olsen, R. 2006. Growth, survival and development of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) weaned onto diets containing various sources of marine protein. *ICES Journal of Marine Science* 63: 320–325.
- Ota, T., Takagi, T. & Kosaka, S. 1980. Changes in lipids of young and adult saury *Cololabis saira* (Pisces). *Marine Ecology – Progress Series* 3: 11–17.
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M.A. 2004. *Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. Rome, FAO, 308 p.
- Pardoe, H. & Guðrún Marteinsdóttir 2009. Contrasting trends in two condition indices: bathymetric and spatial variation in autumn condition of Icelandic cod *Gadus morhua*. *Journal of Fish Biology* 75: 282–289.
- Pardoe, H., Vainikka, A., Guðmundur Þórðarson, Guðrún Marteinsdóttir & Heino, M. 2009. Temporal trends in probabilistic maturation reaction norms and growth of Atlantic cod (*Gadus morhua*) on the Icelandic shelf. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66(10): 1719–1733.
- Pawson, M.G. 1977. Analysis of a natural chemical attractant for whiting *Merlangius merlangus* L. and cod *Gadus morhua* L. using a behavioural bioassay. *Comparative Biochemistry and Physiology* 56A: 129–135.
- Peck, M.A., Buckley, L.J., Caldaroni, E.M. & Bengtson, D.A. 2003. Effects of food consumption and temperature on growth rate and biochemical-based indicators of growth in early juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* and haddock *Melanogrammus aeglefinus*. *Marine Ecology Progress Series* 251: 233–243.
- Pedersen, T. & Jobling, M. 1989. Growth rates of large, sexually mature cod, *Gadus morhua*, in relation to condition and temperature during an annual cycle. *Aquaculture* 81: 161–168.
- Pedersen, T., Jobling, M., Carøsen, B. & Skavberg, N.E. 1989. Vekst hos torsk i oppdrett. *Norsk fiskeoppdrett* 14(3): 38–39.
- Provencher, L., Bryl, P., Gendron, A., Roy, F. & Boyer J. 1995. Essais d'alimentation de la morue franche (*Gadus morhua*). *Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques* 228: 1–29.
- Rosenlund, G., Karlsen, Ø., Tveit, K., Mangor-Jensen, A. & Hemre, G.-I. 2004. Effect of feed composition and feeding frequency on growth, feed utilization and nutrient retention in juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Aquaculture Nutrition* 10: 371–378.
- Rosenlund, G., Hemre, G.-I. & Hamre, K. 2005. Fôr og ernæring. s. 163–176. I, Otterå, H., Taranger, G.L. & Borthen, J. (red.). *Oppdrett af torsk – næring med fremtid*. Norsk Fiskeoppdrett AS.
- Rosnes, J.T. & Langvad, F. 1993. Soppinfisert sild (Tummelsyke). *Fiskets Gang* 79(11): 28–30.
- Rósa Jónsdóttir, Soffía Vala Tryggvadóttir, Margrét Bragadóttir, Haraldur Einarsson, Höskuldur Björnsson og Sveinbjörn Jónsson 2007. „Feitt er agnið” – beita úr aukaafurðum. *Skýrsla Matís* 43–07. 38 bls.
- Rätz, H.-J. & Lloret, J. 2003. Variation in fish condition between Atlantic cod (*Gadus morhua*) stocks, the effect on their productivity and management implications. *Fisheries Research* 60: 369–380.
- Sabatés, A., Rossi, S. & Reyes, E. 2003. Lipid content in the early life stages of three mesopelagic fishes. *Journal of Fish Biology* 63: 881–891.
- Salte, R. 1997. RUBIN-föret. Vurdering af smittefare ved bruk. Stiftelsen RUBIN. *RUBIN-Rapport* nr. 302/72: 1–10.
- Sanmartín, M.L., Quinteiro, D.P. & Ubeira, F.M. 1989. Nematode parasites of commercially important fish in NW Spain. *Diseases of Aquatic Organisms* 7: 75–77.
- Santanmarina, M.T., Tojo, J.T., Gestido, J.C., Leiro, J.L., Ubeira, F.M. & Sanmartín, M.L. 1994. Experimental infection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by *Anisakis simplex* (Nematoda: Anisakidae). *Japanese Journal of Parasitology* 43: 187–192.
- Sigurður Einarsson 1988. Fitumælingar á síld 1987 og janúar 1988, ásamt yfirliti fitumælinga frá 1979. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. 16. *Rit*. 10 bls.
- Sindri Sigurðsson 2007. Fóðrun með þurrfóðri í áframeldi. Erindi haldið á þorskeldiskvótafundi á Akureyri 27. og 28. September 2007. ([www.sjavarutvegur.is/fisk/pdf/Akureyri2007/sindri.pdf](http://www.sjavarutvegur.is/fisk/pdf/Akureyri2007/sindri.pdf))
- Singh-Renton, S. & Bromley, P.J. 1996. Effects of temperature, prey type and prey size on gastric evacuation in small cod and whiting. *Journal of Fish Biology* 49: 702–712.
- Skretting 2009. Effektiv fôring. Fôring i dybden 2009: 27–35.
- Skjæraasen, J.E., Salvanes, A.G.V., Karlsen, Ø., Dahle, R., Nilssen, T. & Norberg, B. 2004. The effect of photoperiod on sexual maturation, appetite and growth in wild Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Fish Physiology Biochemistry* 30: 163–174.
- Solberg, C., Willumsen, L., Amble, S., Johannesssen, T. & Sveier, H. 2006. The effects of feeding frequencies on seasonal changes in growth rate and chemical composition of farmed cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture Nutrition* 12: 157–163.
- Solgaard, J. 2005. Driftmodeller for matfisk. Foredrag på Sats på torsk. Nasjonal nettverksmøte. Bergen 9.-11. februar 2005.
- Spitz, J., Mourocq, E., Schoen, V. & Ridoux, V. 2010. Proximate composition and energy content of forage species from the Bay of Biscay: high- or low-quality food? – *ICES Journal of Marine Science* 67: 909–915.
- Sverrir Haraldsson 2003. Sjókvíaldri á þorski í Klettsvík. Lokaverkefni til BS-prófs í sjávarútvegsfræðum. Háskólinn á Akureyri, 79 bls. + viðaukar.

- Storbakken, T. 1984. Krill som fôr til laksefisk. *Norsk fiskeoppdrett* 9(7/8): 47-52.
- Storbakken, T. 1988. Krill as a potential feed source for salmonids. *Aquaculture* 70: 193-205.
- Stroud, G.D. 1972. The herring. *Torry Advisory Note* no. 57. 17 p.
- Strøm, M. 2007. Parasitter hos oppdrettstorsk i Nord-Norge. Mastersoppgave i fiskehelse. Insitiutt for akvatisk biologi. Norges fiskerihøgskole. Universitet i Tromsø. 50 s.
- Sæther, O., Ellingsen, T. E. & Mohr, V. 1986. Lipids of North Atlantic krill. *Journal of Lipid Research* 27: 274-285.
- Sæther, B.-S., Bjørn, P.A., Midling, K.Ø., Nilsen, R., Jacobsen, R. & Siikavuopio, S.I. 2009. Fangsbasert akvakultur. Tilvenning (weaning) av villtorsk til tørrfôr. *Nofima Rapport* 4/2009. 28 s.
- Taranger, G.L., Carrillo, M., Schulz, R.W., Fontaine, P., Zanuy, S., Felip, A., Weltzien, F.-A., Dufour, S., Karlsen, O., Norberg, B., Andersson, E. & Hansen, T. 2010. Control of puberty in farmed fish. *General and Comparative Endocrinology* 165: 483-515.
- Theodór Kristjánsson, Þórarinn Ólafsson, Kristján G. Jóakimsson & Hjalti Karlsson 2006. Samanburður á eldi villtra þorskseiða og eldisseiða í landeldi á Nauteyri við Ísafjarðardjúp og áframeldi í kvíum á Seyðisfirði við Ísafjarðardjúp. Lokaskýrsla til AVS rannsóknarsjóðs. 56 bls.
- Tómas Möller, Sigurður Örn Guðleifsson, Auður Eyvinds & Kristján Helgason 2010. Mat á hagkvæmni strandflutninga á Íslandi. Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið. 35 bls.
- Tuya, F., Sanchez-Jerez, P., Dempster, T., Boyra, A. & Haroun, R.J. 2006. Changes in demersal wild fish aggregations beneath a sea-cage fish farm after the cessation of farming. *Journal of Fish Biology* 69: 682-697.
- Tyler, A.V. 1970. Rates of gastric emptying in young cod. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 27: 1177-1189.
- Uglem, I., Bustnes, J.O., Bjørn, P.A. & Demster, T. 2009. Interaksjoner mellom oppdrettsanlegg og vill marin fisk. *Norsk fiskeoppdrett* 34(1): 43-45.
- Unnur Steingrimsdóttir 1994. Nýting svilja: DNA-mjöl úr þorsksviljum. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. *Skýrsla Rf* 59. 12 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Erlendur Steinar Friðriksson, Jón Örn Pálsson, Karl Már Einarsson, Ketill Elíasson, Kristinn Hugason, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson & Þórarinn Ólafsson 2003. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2002. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 100: 1-20.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson & Jón Þórðarson 2004. Matfiskeldi á þorski. Í, Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 111: 87-120.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Gísli Gíslason, Halldór Þorsteinsson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Karl Már Einarsson, Ketill Elíasson, Runólfur Viðar Guðmundsson, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson, Skjöldur Pálmason, Sverrir Haraldsson, Þórarinn Ólafsson & Þórbergur Torfason 2005. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2003. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 113: 1-58.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Davíð Kjartansson, Elís Hlynur Grétarsson, Guðmundur W. Stefánsson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Runólfur Guðmundsson, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson, Sverrir Haraldsson & Þórarinn Ólafsson 2006. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2004. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 124: 1-72.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson & Jón Árnason 2007a. Matfiskeldi á þorski. bls. 77-105. Í, Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstjór). Staða þorskeldis á Íslandi, samkeppnishæfni og stefnumótun rannsókna- og þróunarstarfs. Sjávarútvegsþjónustan ehf.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Runólfur Guðmundsson, Sindri Sigurðsson, Sævar Þór Ásgeirsson & Þórarinn Ólafsson 2007b. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2005. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrit* 132: 1-42.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Guðmundur W. Stefánsson, Hallgrímur Kjartansson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Ólafur Helgi Haraldsson, Runólfur Guðmundsson, Sævar Þór Ásgeirsson, Sindri Sigurðsson & Þórarinn Ólafsson 2008. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2006. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrit* 137: 1-41.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Ólafur Helgi Haraldsson, Sævar Þór Ásgeirsson, Sindri Sigurðsson & Þórarinn Ólafsson 2009a. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2007. Hafrannsóknastofnunin, *Hafrannsóknir* nr. 144: 1-39.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson og Einar Hreinsson 2009b. Föngun á þorski. Hafrannsóknastofnunin. *Hafrannsóknir* nr. 148: 1-122.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Jóhanna S. Vilhjálmisdóttir og Ingimar Jóhannsson 2009c. Þorskeldiskvóti: Handbók um skýrslugerð aðila sem fá útlutað aflaheimildum til áframeldis á þorski. Hafrannsóknastofnunin. 32 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Ketill Elíasson, Kristján G. Jóakimsson, Ólafur Helgi Haraldsson, Sverrir Haraldsson og Sævar Þór Ásgeirsson 2010a. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2008. Hafrannsóknastofnunin. *Hafrannsóknir* nr. 150: 1-40.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Árni Kristmundsson, Barði

- Ingibjartsson, Kristján Ingimarsson & Kristján Guðmundur Jóakimsson 2010b. Afföll á fiski í eldiskví og notkun dauðfiskaháfs. *Sjávarútvegurinn – Vefrit um sjávarútvegsmál* 10(1):1-5.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Árni Kristmundsson, Barði Ingibjartsson, Kristján Ingimarsson & Kristján Guðmundur Jóakimsson 2010c. Afföll á þorski í sjókvíum. *Sjávarútvegurinn – Vefrit um sjávarútvegsmál* 10(2):1-17.
- Valle, C., Bayle-Sempere, J.T., Dempster, T., Sanchez-Jerez, P. & Giménez-Casaluero, F. 2007. Temporal variability of wild fish assemblages associated with a sea-cage fish farm in the south-western Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72: 299-307.
- van der Meeren, T. & Naas, K.E. 1997. Development of rearing techniques using large enclosed ecosystems in the mass production of marine fish fry. *Review in Fisheries Science* 5(4): 367-390.
- Yami, B. 1976. Fishing with light. Fishing News Books Ltd. 121 p.
- Yoneda, M. & Wright, P.J. 2005a. Effect of temperature and food availability on reproductive investment of first-time spawning male Atlantic cod, *Gadus morhua*. *ICES Journal of Marine Science* 62: 1387-1393.
- Yoneda, M. & Wright, P.J. 2005b. Effect of varying temperature and food availability on growth and reproduction in first-time spawning female Atlantic cod. *Journal of Fish Biology* 67: 1225-1241.
- Waagbø, R., Espe, M., Hamre, K. & Lie, Ø. 2001. *Fiskeernæring. Kystnæring*. Forlag og bokklubb AS. 415 s.
- Waagbø, R., Sørensen, M. & Olsen, R.- O. 2006. Fôrressurser - fôteknologi. I, Thomassen, M., Gudding, R., Norberg, B. & Jørgensen, L. (red.). Havbruksforskning: Fra merd til mat. Norges forskningsråd. s. 224-239.
- Waiwood, K.G., Smith, S.J. & Petersen, M.R. 1991. Feeding of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at low temperatures. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 824-831.
- Wootton, R. & Smith, J.W. 1975. Observational and experimental studies on the acquisition of *Anisakis* sp. larvae (Nematoda: Ascaridida) by trout in fresh water. *International Journal for Parasitology* 5: 373-378.
- Össur Kristinsson & Emilía Martinsdóttir 1977. Fitu- og þurrefnismælingar á spærlingi. *Tæknitíðindi* nr. 90. 7 bls.
- Østvik, S.O., Grimsmo, L., Jansson, S., Dauksas, E. & Bondø, M. 2008. Biproduktutnyttelse fra filetering av sild. *Sintef Rapport* 164. 41 s.

## Leiðbeiningar 1: Fóður

### Efnainnihald fóðurs

Nákvæmar upplýsingar liggja ekki fyrir um próteinþörf hjá stærri þorski (>1,5 kg) en hér er gengið út frá að prótein þurfi að vera 60% af þurrefnisinnihaldi. Til einföldunar er þurrefnisinnihald eingöngu reiknað út frá fitu og próteini en í fiski er annað þurrefni svo sem aska hverfandi lítið hlutfall af heildarþurrefni. Miðað við þetta er hæfilegt að fita sé um 40% af þurrefnisinnihaldi (tafla 1).

### Prótein mikilvæg fyrir vöxt

Til að fiskur nái að vaxa þarf hann prótein. Verðmæti fóðurs ræðst því að stærstum hluta af próteininnihaldi en töluverður munur getur verið á milli fisktegunda (mynd 1). Eftir því sem próteininnihald er lægra í fóðrinu þarf fiskurinn að éta meira til að auka þyngd sína. Ef fituinnihald í fóðri er of lágt brennir fiskurinn próteinum til að fá orku með þeim afleiðingum að fóðurstuðullinn hækkar. Til að prótein nýtist vel er mikilvægt að hlutfall fitu sé a.m.k. 40% af þurrefnisinnihaldi fóðurs.

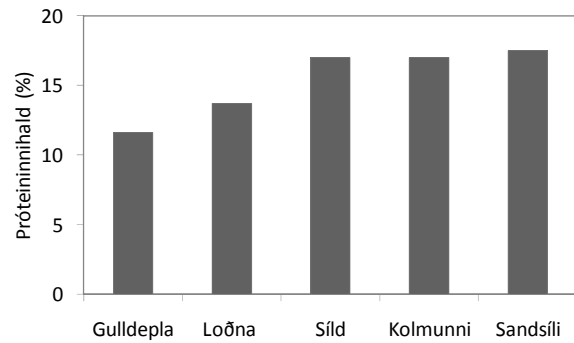
### Fituinnihald stjórnar lifrarvexti

Villtur þorskur er með litla lifur þegar hann er tekinn í eldið. Sá hluti fitunnar sem ekki er notaður sem orkugjafi safnast fyrir í lifrinni. Þegar lifrin hefur náð fullri stærð losar fiskurinn sig við fituna í formi saurs með tilheyrandi hækkun á fóðurstuðli. Það gerist aðeins þegar mikið er fóðrað og fituinnihald í fóðri er hátt. Miklar sveiflur eru í fituinnihaldi uppsjávarfiska eftir árstíma (mynd 2). Almenn er fituinnihald lægst seinnihluta vetrar eða á vorin, hækkar síðan þegar líða fer á sumarið og er hæst um haustið og fyrrihluta vetrar.

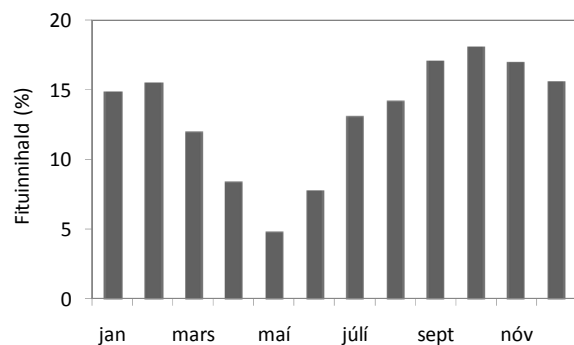
### Val á fóðri

Við val á fóðri fyrir áframeldisþorsk skal hafa til viðmiðunar:

- ⇒ **Próteininnihald:** Fóðrið er verðmætara eftir því sem próteininnihald er hærra.
- ⇒ **Fituinnihald:** Miðið við að fita fari ekki undir 40% af þurrefnisinnihaldi.
- ⇒ **Fóðurtaka:** Áframeldisþorskur tekur vel loðnu og sandsíli, en síst kolmunna.
- ⇒ **Fóðurstærð:** Ófrosin síld er of stór fyrir smáan áframeldisþorsk en gulldepla full smá.
- ⇒ **Fóðurverð:** Hráefnisverð skiptir miklu máli en einnig þarf að taka tillit til flutnings- og geymslukostnaðar ásamt kostnaði við að gera fóðrið klárt til fóðrunar.



Mynd 1. Meðalpróteininnihald í nokkrum fisktegundum.



Mynd 2. Sveiflur í fituinnihaldi íslenskrar sumargot-síldar eftir árstíma.

Tafla 1. Lágmarks fituinnihald í fóðri fyrir áframeldisþorsk eftir fisktegundum. Miðað er við að fita sé 40% af þurrefnisinnihaldi (fita/(prótein+fita)).

Fóður	Próteininnihald (%)	Lágmarks fituinnihald (%)
Loðna	13,7	9,1
Síld	17,0	11,3
Gulldepla	11,6	7,7

Tafla 2. Kostir og ókostir nokkurra fóðurtegunda sem fóður fyrir áframeldisþorsk.

Fóður	Kostir	Ókostir
Loðna	Góð fóðurtaka	Lágt próteininnihald
Síld	Hátt próteininnihald	Smár þorskur tekur illa stóra síld
Gulldepla	Ódýrt	Smá og lágt próteininnihald
Kolmunni	Hátt próteininnihald	Lágt fituinnihald og lakari fóðurtaka





Mynd 1. Áframeldisþorskur að éta frosið sandsíli.



Mynd 2. Áframeldisþorskur að éta hálfþrosið sandsíli sem er byrjað að losna í sundur og fiskurinn nær því stærri bitum.

## Leiðbeiningar 2: Undirbúningur fóðrunar

### *Hvencær á að hefja fóðrun á nýfönguðum fiski?*

Það fer mikið eftir meðhöndlun á fisknum við föngun og flutning hve langan tíma hann er að jafna sig. Það kann þó að vera hagstætt að bíða með fóðrun á kynþroska þorski og láta hann hrygna áður en hann er vigtaður og fóðraður. Heimilt er að geyma fisk í söfnunarkví í allt að einn mánuð. Ef fiskurinn er vigtaður eftir að hann hrygnir hefur það jákvæð áhrif á vöxt og fóðurstuðul.

### *Frosið fóður, kostir og ókostir*

Kostir þess að nota frosið fóður fyrir áframeldisþorsk er aðeins minni vinna en þegar notað er hálfþitt fóður. Þegar fóðrið er tekið beint úr frystiklefa tekur langan tíma fyrir fiskinn að vinna á því. Að öllum líkingum sargar og tætir fiskurinn það meira en hálfþitt fóður, fóðuragnir rekur út úr eldiskvínni og fóðurnýting verður lakari.

### *Hálfþitt fóður, kostir og ókostir*

Við það að þíða fóðrið upp á sér stað niðurbrot á næringarefnum. Til að halda niðurbroti í lágmarki er mælt með að þíða það í kæli við 2-3,5° C. Kostir þess að láta slakna á fóðrinu er að fiskurinn er fljótari að éta það, nær stærri bitum og yfirlega starfsmanna við eldiskvíar verður minni en þegar notað er frosið fóður. Á móti eykst vinnan við að undirbúa fóðrun og alltaf er hætt á að nægilegt magn sé ekki tekið í uppþíðingu og að skortur verði á hálfþíddu fóðri.

Tafla 1. Kostir og ókostir þess að nota frosið og hálfþitt fóður til að fóðra áframeldisþorsk.

	Kostir	Ókostir
Frosið fóður	⇒ Aðeins minni vinna við að undirbúa fóðrun	⇒ Fóðrun tekur lengri tíma ⇒ Hugsanlega hærri fóðurstuðull
Hálfþitt fóður	⇒ Fóðrun tekur styttri tíma ⇒ Hugsanlega lægri fóðurstuðull	⇒ Meiri vinna að undirbúa fóðrun ⇒ Næringargildi getur minnkað við uppþíðingu

### *Hve mikið á að þíða fóðrið?*

Mælt er með því að fóðrið sé hálfþrosið, en pönnurnar séu heilar þegar þær fara í eldiskvína. Einstaka fiskar (eða fiskhlutar) ná að losna frá hverjum öðrum þegar þorskurinn rífur fóðrið í sig en ekki það uppþíðið að það sökkvi um leið og fiskurinn losnar frá pönnunni. Þetta fer þó mikið eftir fisktegundum t.d. virðist þessi aðferð henta verr fyrir gulldeplu.

### Leiðbeiningar 3: Fóðurtöflur

#### Fóðurmagn

Ævinlega verður að fódra eftir lyst fisksins og læra á atferli hans til að vita hvenær á að draga úr og stöðva fódrun. Hins vegar er ágætt að hafa til viðmiðunar útreiknað fóðurmagn. Það er hægt að reikna út með því að margfalda áætlaðan dagvöxt (tafla 1) með fóðurstuðli.

#### Fóðurtafla

Í töflu 2 er búið að reikna út daglega fódrun í kílóum fyrir mismunandi fiskstærðir af þorski og sjávarhita. Hér er reiknað með að fóðurstuðull sé 3. Áframeldisporskur af meðalþyngd 3 kg sem alinn er við 10°C þarf um 11 kg af fódri fyrir hver 1.000 kg af fiski.

*Dæmi 1: Meðalþyngd fisks er 2 kg og sjávarhiti 8°C. Fódrað er með loðnu og áætlaður fóðurstuðull 3. Hve mikið á að fódra 1.000 kg af þorski á dag?*

*Útreikningar: Í töflu 1 kemur fram að dagvöxtur þorsks sem er 2 kg að þyngd og alinn við 8°C er um 0,43%.*

*Fóðurmagn = (Dagvöxtur x Fóðurstuðull x Líffungi) / 100*

*Fóðurmagn = (0,43 x 3 x 1000) / 100 = 12,9 kg á dag*

#### Mismunandi fóðurstuðull

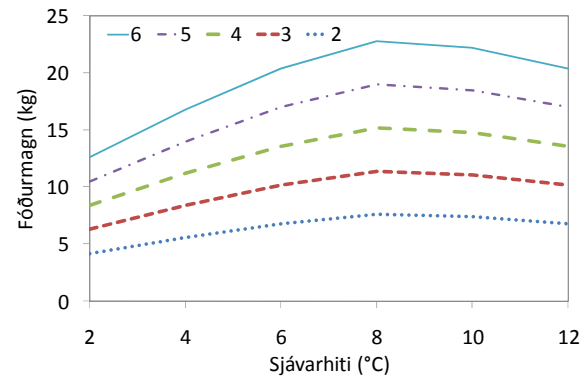
Fóðurstuðullinn getur verið breytilegur eftir efnainnihaldi fódurs og þarf því að endurreikna fóðurmagnið við hærri og lægri fóðurstuðul (mynd 1). Dagleg fódrun fyrir 3 kg þorsk við 8°C er um 8 kg við fóðurstuðul 2 og um 23 kg við fóðurstuðul 6.

Tafla 1. Dagvöxtur (%) hjá þorski við mismunandi fiskstærð og sjávarhita (byggt á vaxtarlíkani Björns Björnssonar o.fl. 2007).

		Sjávarhiti (°C)					
		2	4	6	8	10	12
þyngd fisks (kg)	1	0,26	0,37	0,47	0,54	0,56	0,52
	2	0,23	0,31	0,39	0,43	0,43	0,40
	3	0,21	0,28	0,34	0,38	0,37	0,34
	4	0,20	0,26	0,32	0,34	0,34	0,30
	5	0,19	0,25	0,30	0,32	0,31	0,27

Tafla 2. Dagleg fódrun í kílóum fyrir 1.000 kg af áframeldisporski miðað við mismunandi fiskstærð og sjávarhita og að fóðurstuðull sé 3.

		Sjávarhiti (°C)					
		2	4	6	8	10	12
þyngd fisks (kg)	1	8	11	14	16	17	16
	2	7	9	12	13	13	12
	3	6	8	10	11	11	10
	4	6	8	10	10	10	9
	5	6	8	9	10	9	8



Mynd 1. Dagleg fódrun (kg) á 1.000 kg af 3 kg áframeldisporski miðað við mismunandi sjávarhita og fóðurstuðul, frá 2 upp í 6.



Mynd 1. Áframeldisporskur sem er búinn að aðlagast eldisaðstæðum.



Mynd 2. Þorskurinn heldur sig þeim megin sem bátur liggur við eldiskví þegar hann hefur aðlagast eldisaðstæðum.



Mynd 3. Hungraður áframeldisporskur kominn í fulla fódurtöku.

## Leiðbeiningar 4: Þorskurinn aðlagður eldisaðstæðum

### *Hve lengi tekur að venja fiskinn á fódrið?*

Þorskur sem hefur fengið rétta meðhöndlun byrjar að sýna fódriinu áhuga innan nokkurra daga frá því að hann kemur í eldiskvína. Fiskurinn er síðan kominn í fulla fódrun eftir 2-4 vikur frá fyrstu fódurtöku. Það tekur yfirleitt skemmri tíma að venja fiskinn á fódrið ef hann hefur verið geymdur um tíma í söfnunarkví í sveltí.

### *Jákvætt að hafa „kennara“*

Til að venja villta þorska svokallaða „nemendur“ á að taka fódur í eldiskvíum er æskilegt að hafa einnig í kvíunum svokallaða „kennara“ þ.e.a.s. þorska sem hafa lagað sig að eldisaðstæðum og eru komnir í fulla fódurtöku. Þegar nemendurnir voru settir í kví leitustu þeir fyrst niður á botn eldiskvíar, voru varir um sig og þorðu ekki að snerta fódur fyrstu dagana. Aftur á móti þegar kennarar voru hafðir með nemendunum sýndu þeir engan ótta og eltu kennarana strax að fódriinu og reyndu að taka það.

### *Fóðrun hefst*

Byrjað er á því að gefa lítið magn í einu og helst oft í viku. Smám saman er síðan aukið við fódrunina og þegar fiskurinn er kominn í eðlilega fódurtöku er hann fódraður að mettun, yfirleitt þrisvar í viku yfir sumarið. Þegar verið er að venja þorskinum á fódrið er mælt með að nota fódur sem þorskinum líkar eins og t.d. loðnu. Það er síðan smám saman skipt yfir í annað fódur þegar fiskurinn er kominn í fulla fódurtöku.



## Leiðbeiningar 5. Fóðurmagn

### Áætlað fóðurmagn

Eftirfarandi þættir ráða mestu um hve mikið magn af fódri fiskurinn étur:

- ⇒ Sjávarhiti
- ⇒ Prótein og fituinnihald fódurs
- ⇒ Þyngd fisks

Forsendan fyrir því að hægt sé að áætla fóðurmagn í eldiskví er að fyrir liggi upplýsingar um lífmassa á hverjum tíma. Það krefst reglulegra meðalþyngdarprufa, nákvæmri talningu í upphafi eldisins og á dauðum fiski. Mælt er með lífmassamælum til að fylgjast með meðalþyngd fisksins til að halda álagi á fiskinum í lágmarki.

### Skammtímabreytingar í fóðurmagni

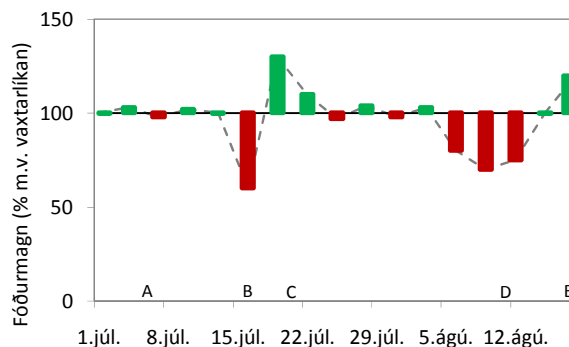
Það eru margir þættir sem hafa áhrif á fóðurtöku þorsks innan sólarhrings og á milli daga. Í laxeldi getur t.d. fóðurtaka verið breytileg um allt að 20-40% á milli daga og er líklegt að sama gildi fyrir áframeldisþorsk (mynd 1). Mesta fóðurtakan hjá þorski er í ljósaskiptum á morgnana og á kvöldin á sólríkum dögum. Aftur á móti þegar skýjað er étur fiskurinn í meira mæli jafnt yfir daginn. Aðrar ástæður geta verið fyrir tímabundnu lystarleysi:

- ⇒ Fiskurinn át mikið í síðustu fódru.
- ⇒ Streita s.s. vegna ágangs afræningja.
- ⇒ Breytingar í umhverfispáttum s.s. birtu, skyggni og súrefnisinnihaldi sjávar.

### Langtímabreytingar í fóðurmagni

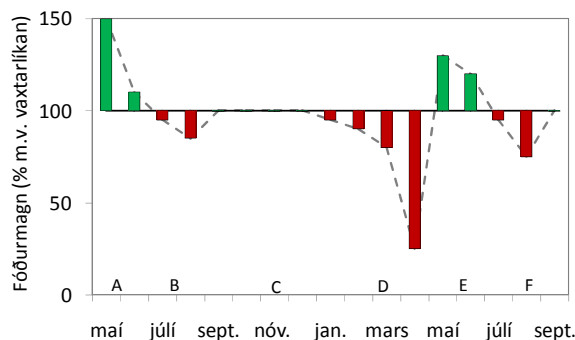
Verulegur munur getur einnig verið á áti milli vikna og mánaða og í því sambandi má nefna:

- ⇒ *Uppbótarvöxtur*: Fyrst eftir að byrjað er að fódra horaðan þorsk á sér stað uppbótarvöxtur sem getur leitt til aukinnar fóðurtöku (mynd 2).
- ⇒ *Kynþroski*: Átið stöðvast að mestu nokkrum vikum fyrir hrygningu og fer þorskurinn ekki að sýna fódri aftur áhuga fyrr en í lok hrygningar. Að meðaltali stöðvast fóðurtakan í um 70 daga yfir hrygningartímamann.
- ⇒ *Sjávarhiti*: Það dregur úr fóðurtöku þegar sjávarhiti fer yfir 10-12°C seinnihluta sumars sérstaklega hjá stærri fiskinum.
- ⇒ *Vanþrif*: Það getur einnig dregið úr fóðurtöku sem í einhverjum tilvikum kann af stafa af vanþrifum s.s. vegna sjúkdóma.



Mynd 1. Áætlað fóðurmagn m.v. vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007) í tilbúnu dæmi við fódru áframeldisþorsks um sumar og hugsanlegar skýringar á frávikum:

- A. Fódru ein og vænta mátti út frá fóðurtöflu sem byggir á vaxtarlíkani.
- B. Selur hefur ráðist á eldiskví, valdið streitu hjá fiskinum og dregið úr fóðurtöku.
- C. Fiskurinn búinn að jafna sig og fóðurtaka eykst fram yfir það sem vænta mætti út frá áætluðu magni skv. fóðurtöflu.
- D. Sjávarhiti fer tímabundið yfir 12°C og það dregur úr fóðurtöku vegna vanþrifa hjá fiski.
- E. Sjávarhiti kominn undir 10°C og fóðurtaka eykst aftur.



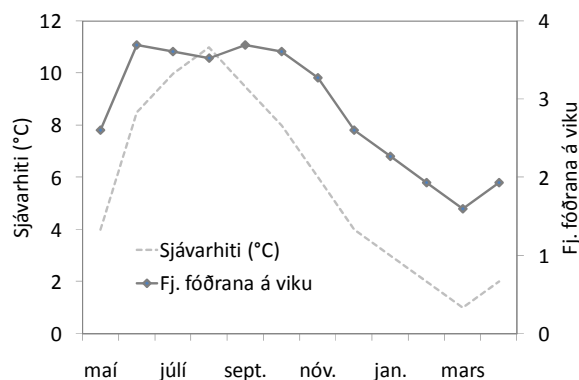
Mynd 2. Hugsanlegt frávik (%) frá áætluðu fóðurmagni m.v. vaxtarlíkan Björns Björnssonar o.fl. (2007) fyrir áframeldisþorsk sem tekinn er í eldi apríl/maí og alinn fram á næsta ár ásamt mögulegum skýringum:

- A. Nýfangaður horaður þorskur með uppbótarvöxt.
- B. Hár sjávarhiti, vanþrif á fiski og það dregur úr vexti.
- C. Sami vöxtur og í vaxtarlíkani.
- D. Það dregur úr vexti vegna kynþroska.
- E. Fiskurinn horaður eftir kynþroska og það á sér stað uppbótarvöxtur.
- F. Hár sjávarhiti, vanþrif á fiski og það dregur meira úr vexti en á fyrra ári vegna þess að fiskurinn er stærri.

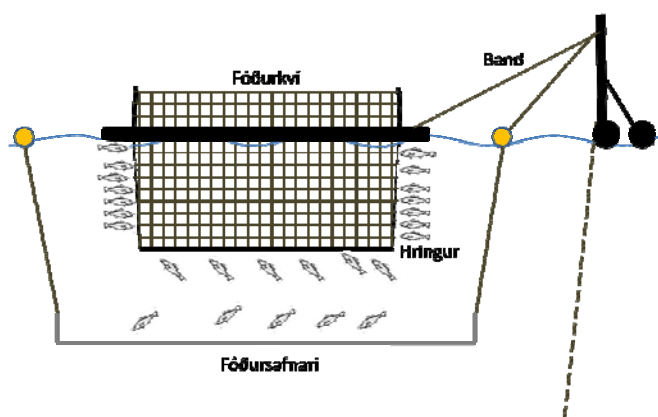


Tafla 1. Tíðni fódrunar hjá ókynþroska áframeldisþorski eftir fiskstærð og sjávarhita. Miðað er við að fódurstuðull sé 3 og að fódrunin nemi 2-3% af þyngd fisksins í hverri gjöf.

Þyngd fisks (kg)	Sjávarhiti (°C)					
	2	4	6	8	10	12
1	2	3	4	5	5	4
3	2	2	3	3	3	3
5	2	2	2	3	3	2
7	2	2	2	2	2	2



Mynd 1. Tíðni fódrunar hjá 2 kg ókynþroska áframeldisþorski eftir árstíma (sjávarhita). Miðað er við að fódurstuðull sé 3 og að fódrunin nemi 2,5% af þyngd fisksins í hverri gjöf.



Mynd 2. Mælt er með að nota stærri fódurkvi, með meiri þyngingu í neti og stærri netmóskvum en í hefðbundnum fódurkvi og koma fyrir fódursafnara undir til að fylgjast með yfirfóðrun.

## Leiðbeiningar 6. Framkvæmd fódrunar

### Fóðurmagn

Við fódrun á áframeldisþorski er ágætt að hafa til viðmiðunar útreiknað fóðurmagn (sjá leiðbeiningar 3). Mælt er með að u.þ.b. 70% af áætluðu fóðurmagni sé fyrst gefið í eldiskvína. Þegar búíð er að setja fóður í allar eldiskvíar er farið í fyrstu kvína og athugað hvort fiskurinn er búinn með skammtinn og kannað hvort fóðurtakan sé það góð að ástæða sé að bæta við fóðri.

### Tíðni fódrunar

Tíðni fódrunar ákvarðast af fiskstærð og sjávarhita (tafla 1). Mælt er með að fódra áframeldisþorsk (1,5-3,5 kg) 3x í viku frá maí/júní fram í nóvember. Með lækkandi sjávarhita er fódrað 2x í viku frá nóvember/desember fram í janúar/febrúar. Eftir það er nóg að fódra 1x í viku fram í lok apríl og fódra gætlega yfir hrygningartímam þegar búast má við litlu áti. Ef fangaður er ókynþroska þorskur (um 2 kg) í byrjun vetrar þarf að fódra hann 3x í viku fyrir áramótin og 2x í viku eftir áramót (mynd 1).

### Fóðrunaraðferðir

Mælt er með að setja hálfþíddar pönnur bæði í fódurkvíar og beint í eldiskvíar. Með því að setja einnig lausar pönnur beint í eldiskví er talið að aðgengi bældra fiska að fóðrinu verði betra, stærðardreifing minni og færri fiskar drepist úr hor. Mælt er með að setja allt fóður í fódurkvi í þeim tilvikum sem straumar og öldur eru miklar eða pönnur það stórar að fiskurinn geti ekki ýtt þeim á undan sér og haldið frá netpókanum til að koma í veg fyrir að fóður berist út úr eldiskvínni þegar það þiðnar. Þá er jafnframt mikilvægt að hafa stóra fódurkvi til að auðvelda aðgengi bældra fiska að fóðrinu og koma fyrir fódursafnara undir til að fylgjast með yfirfóðrun (mynd 2).

### Skipt um fódurtegund

Áhugi þorsksins fyrir nýju fóðri fer mikið eftir því hvernig staðið er að fódrun. Þegar þorskur hefur verið fódraður á einni fisktegund í lengri tíma getur verið erfitt að skipta yfir í nýja tegund. Aftur á móti hjá þorskeldisfyrirtækjum sem fódra fiskinn með mörgum fódurtegundum og jafnvel nokkrum samtímis er auðveldara að fá fiskinn til að taka nýtt fóður. Æskilegt er að venja áframeldisþorsk á nýtt fóður með því að fódra fyrst jafnhliða með eldra og nýja fóðri áður en skipt er alfarið yfir.

## Leiðbeiningar 7. Fóðurstuðull

### Fóður

Margar ástæður sem rekja má til fóðursins geta skýrt háan fóðurstuðul og í því sambandi má nefna:

- ⇒ Lágt próteininnihald hækkar fóðurstuðul.
- ⇒ Fari fituinnihald undir u.þ.b. 40% af þurr-efni fer fóðurstuðull hækkandi með lækkandi fituinnihaldi.

### Fóðrun

Það er einkum yfirfóðrun og vanfóðrun sem getur hækkað fóðurstuðulinn:

- ⇒ Yfirfóðrun getur tryggt góðan vöxt en fóður fer til spillis.
- ⇒ Vanfóðrun, bældir fiskar veslast upp og drepast vegna ófullnægjandi dreifingar á fóðri.
- ⇒ Vanfóðrun, of lítið fóðrað í eldiskvína, það dregur úr vexti og hlutfallslega mikið af fóðrinu fer í bruna.

Haft skal í huga að í sömu eldiskví getur samtímis átt sér stað yfirfóðrun og einnig vanfóðrun hjá bældum fiskum.

### Eldið og eldisferill

Eftirfarandi þættir geta hækkað fóðurstuðulinn:

- ⇒ Afföll sérstaklega þegar mikið magn af stórum fiski drepst.
- ⇒ Kynþroski, einkum hjá stórum fiski.
- ⇒ Lengd eldistíma, vegna aukins kynþroska, aldurs og stærðar (mynd 1).

### Skilgreining á fóðurstuðli

Oft er svokallaður fóðurstuðull notaður til að lýsa fóðurnýtingunni:

Fóðurstuðull = gefið fóður/heildarvöxtur á ákveðnu tímabili.

Með öðrum orðum er fóðurstuðull magn fóðurs (kg) sem þarf að gefa til að fiskurinn auki þyngd sína um eitt kg.

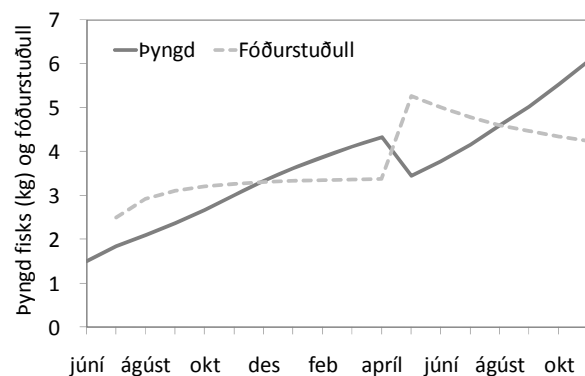
### Gátlisti

Hugsanlegar ástæður fyrir háum fóðurstuðli:

- ⇒ Lágt próteininnihald fóðurs
- ⇒ Lágt fituinnihald fóðurs
- ⇒ Yfirfóðrun
- ⇒ Vanfóðrun
- ⇒ Afföll á fiski
- ⇒ Hrygning

### Aukin arðsemi áframeldis á þorski

Með því að lækka fóðurstuðul úr 4,5 í 4 hjá fyrirtæki sem framleiðir 100 tonn af áframeldisþorski er hægt að minnka fóðrunina um 50 tonn og við það sparast 2,5 milljónir króna þegar fóðurverð er 50 kr/kg.



Mynd 1. Áætluð meðalþyngd áframeldisþorsks og uppsafnaður fóðurstuðull í byrjun hvers mánaðar. Gert er ráð fyrir 2,5 í fóðurstuðli fyrsta mánuðinn og síðan 3,5. Gengið er út frá því að fiskurinn léttist um 25% við hrygningu.



# 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/fjoler.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 hafsbotnsins í sunnanverðum Faxaflóa sumarið 1975. Reykjavík 1977. 24 s.
3. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Áhrif skolpmengunar á fjöruþörunga 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:** Stórþari 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 Suðvestur-land. Reykjavík 1983. 50 s.
11. Nyttjastofnar 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. Nyttjastofnar 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 endurvörpsmælingum. 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. Nyttjastofnar 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. Nyttjastofnar 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. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1991. Aflahorfur fiskveiðiárið 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. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1992. Aflahorfur fiskveiðiárið 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 þorsknetum 1997. *Gill-net Survey of Spawning Cod in Icelandic Waters in 1997. Survey Report*. Reykjavík 1998. 19 s.
  67. Nýttastofnar 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 þorsknetum 1998. *Gill-net survey of spawning cod in Icelandic waters in 1998*. Reykjavík 1998. 19 s.
  72. Nýttastofnar 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. Nýttastofnar 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. Nýttastofnar 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. Nýttastofnar 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. Nýttastofnar 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. *ds<sup>2</sup> 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. **Agnès 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. *ds<sup>2</sup> 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. *ds<sup>2</sup> 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. **Agnès 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 Loftleiðir 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. **Ingibjörg G. Jónsdóttir o.fl.:** Stofmæling hrygningarþorsks með þorskanetum 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.
-