

Formáli

Í upphafi þessa árs hófst formlega verkefnið „Þorskeldi á Íslandi: Stefnumótun og upplýsingabanki“. Það er fjármagnað með styrk úr ríkissjóði og með framlagi þátttakenda. Verkefnið var skipulagt á árinu 2001 með forverkefnisstyrk frá Rannsóknarráði Íslands.

Meginmarkmið verkefnisins eru að:

1. Meta samkeppnishæfni þorskeldis á Íslandi
2. Móta stefnu í rannsókn- og þróunarvinnu
3. Afla og miðla upplýsingum um þorskeldi

Verkefnið er samstarfsverkefni sjávarútvegsráðuneytis, auðlindadeildar Háskólans á Akureyri, Hafrannsóknastofnunarinnar og sjávarútvegsfyrirtækja. Sérstök verkefnisstjórn stýrir verkefninu og henni til aðstoðar eru sérfræðingar á mismunandi sviðum sem aðstoða við upplýsingaöflun og mat á stöðu einstakra þátta þorskeldis.

Til að skilgreina mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni var haldinn stefnumótunarfundur í Reykholti í Borgarfirði 17.-18. október 2002. Á þennan fund mættu rúmlega 70 manns, sérfræðingar, athafnamenn og fulltrúar stjórnsýslu, félagasamtaka, háskóla, rannsóknastofnana og lánastofnana (Viðauki 2). Á heimasíðu þorskeldisverkefnisins (www.thorskeldi.is) er að finna alla fyrirlestra sem fluttir voru á stefnumótunarfundinum. Niðurstöður fundarins er að finna í Viðauka 1.

Starfsmaður hópsins var Valdimar Ingi Gunnarsson, sjávarútvegsfræðingur. Öllum þeim fjölmörgu aðilum sem mættu á stefnumótunarfundinn og aðstoðuðu við gerð þessarar skýrslu er þakkað þeirra framlag.

Hjálagt fylgir skýrsla hópsins ásamt tillögum til sjávarútvegsráðherra sem hópurinn hefur orðið sammála um að leggja fram.

Reykjavík 20. desember 2002

Finnbogi Jónsson

Guðbrandur Sigurðsson (formaður)

Jóhann Sigurjónsson

Jón Þórðarson

Kristinn Hugason

Kristján G. Jóakimsson

SAMANTEKT OG TILLÖGUR	3
1. INNGANGUR	7
1.1 ÞRÓUN FISKELDIS	7
1.2 UMFANG ÞORSKELDIS Á ÍSLANDI.....	7
1.3 ÞORSKELDI OG STJÓRNSÝSLAN	8
1.4 AF HVERJU ÞORSKELDI Á ÍSLANDI?.....	9
1.5 ÞORSKELDISVERKEFNIÐ.....	11
2. ÞRÓUN OG STAÐA ÞORSKELDIS HJÁ SAMKEPPNISLÖNDUM	12
2.1 ÞORSKKLAK OG HAFBEIT	12
2.2 SEIÐAFRAMLEIÐSLA OG HAFBEIT	12
2.3 FRAMTÍÐARÁFORM Í SEIÐAELDI OG KYNBÓTUM.....	14
2.4 FÖNGUN OG ÁFRAMELDI Á ÞORSKI.....	14
2.5 MATFISKELDI.....	16
3. NÁTTÚRULEGAR AÐSTÆÐUR OG ELDISAÐFERÐIR FYRIR ÞORSKELDI.....	17
3.1 ÞORSKUR SEM ELDISFISKUR VIÐ ÍSLENSKAR AÐSTÆÐUR.....	17
3.2 NÁTTÚRULEGAR AÐSTÆÐUR TIL ÞORSKELDIS Á ÍSLANDI	18
3.3 SEIÐAELDI	20
3.5 ELDISAÐFERÐIR: KOSTIR OG GALLAR.....	21
4. ARÐSEMI ÞORSKELDIS	24
4.1 MARKAÐSMÁL	24
4.2 ÁÆTLAÐUR FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐUR OG ARÐSEMI ÞORSKELDIS.....	26
4.3 SAMKEPPNISHÆFNI ÍSLANDS Í ÞORSKELDI.....	27
5. RANNSÓKNA- OG ÞRÓUNARVERKEFNI.....	29
5.1 STEFNUMÓTUNARFUNDUR.....	29
5.2 MIKILVÆG RANNSÓKNA- OG ÞRÓUNARVERKEFNI.....	30
5.3 ÖNNUR RANNSÓKNA- OG ÞRÓUNARVERKEFNI.....	32
6. FRAMKVÆMD OG FJÁRMÖGNUN	35
6.1 VERKEFNASTJÓRNUN	35
6.2 FAGHÓPAR.....	36
6.3 UPPLÝSINGAMIÐLUN	37
6.4 FJÁRMÖGNUN	38
VIÐAUKI 1 - HELSTU VIÐFANGSEFNI Í RANNSÓKNA- OG ÞRÓUNARVINNU.....	40
VIÐAUKI 2 - ÞÁTTTAKENDUR Á STEFNUMÓTUNARFUNDI.....	49

Samantekt og tillögur

Mikilvægi þorskstofnsins fyrir efnahag landsins

Þorskstofninn hefur lengi verið ein helsta auðlind Íslendinga enda sá fiskistofn sem gefið hefur mest af sér til þjóðarbúsins. Gert er ráð fyrir því að veiðar á þorski muni aukast nokkuð frá því sem nú er og má því gera ráð fyrir að Íslendingar veiði á næstu árum um 20 – 30% af heildarafla þorsks í heiminum. Mikilvægt er fyrir Íslendinga að halda sinni hlutdeild á þorskmörkuðum í framtíðinni. Með ört vaxandi áhuga á þorskeldi í nágrannalöndunum, sérstaklega í Noregi, eru Íslendingar knúnir til að skoða til hlítar hvort þorskeldi geti orðið arðbær atvinnugrein hér á landi.

Hvaða áhrif hefur aukið framboð á eldisþorski á markað fyrir villtan þorsk?

Í ljósi þess að þorskafurðir eru um 40% af útflutningsverðmæti sjávarafurða er full ástæða að velta því fyrir sér hvað muni gerast ef okkur tekst ekki að byggja upp þorskeldi og samkeppnislöndin koma með verulegt framboð af eldisþorski. Í dag er óljóst hvaða stöðu eldisþorskur muni hafa gagnvart villtum þorski í framtíðinni. Það má þó benda á þá þróun sem hefur átt sér stað á laxamörkuðum á síðustu árum þar sem eldislax hefur verið leiðandi í markaðsverði. Ef áætlanir nágrannalanda okkar ná fram að ganga mun framleiðsla á eldisþorski nema nokkrum tugum þúsunda tonna innan fárra ára.

Arðsemi þorskeldis

Í upphafi þorskeldis er verð á þorskafurðum í sögulegu hámarki en þrátt fyrir það er framleiðlukostnaður of hár. Það þarf því að ná góðum tókum á eldinu til að eiga möguleika á hagnaði. Einnig má vænta þess að með aukinni framleiðslu á eldisfiski í framtíðinni muni markaðsverð þorsks almennt lækka. Þegar upp er staðið er það framleiðslukostnaðurinn sem ræður samkeppnishæfni á markaði og þau lönd sem geta framleitt eldisþorsk á lægsta verði koma til með að standa best að vígi.

Í dag eru taldar meiri líkur á að áframeldi á villtum þorski sé hagkvæmara en þorskeldi með eldisseiðum. Það kemur einkum til af háum framleiðslukostnaði á eldisseiðum. Það er þó alveg ljóst að með kynbótum mun eldisþorskurinn fljótt öðlast eiginleika sem munu gera hann að betri eldisfiski og lækka framleiðslukostnað. Eldi á villtum þorski er því trúlega tímabundin lausn á meðan verið er að ná framförum í kynbótastarfinu. Fyrstu árin getur þó eldi á villtum þorski verið mikilvægt við þróun á sjókvíaeldi, en eldi í sjókvíum er sennilega helsti flöskuhálsinn í þorskeldi á Íslandi.

Samkeppnishæfni Íslands í þorskeldi

Í töflu hér á eftir er reynt að skilgreina stöðu Íslands gagnvart helstu samkeppnislöndum. Teknir eru fyrir helstu verkþættir eða kostnaðarliðir við matið. Taflan sýnir gróft mat á samkeppnisstöðu okkar gagnvart helstu keppinautum og frekar er stuðst við varkárar forsendur þegar þær eru óljósar.

Samanburður á samkeppnishæfni þorskeldis á Íslandi, Noregi, Kanada og Skotlandi. Grænt = Okkar staða betri en samkeppnisaðila. Gult = Sambærilegt við það sem gerist hjá samkeppnislöndum. Rautt = Þættir sem eru okkur í óhag. Stuðst er við kostnaðartölur úr norsku laxeldi til að sýna stærðargráður á einstökum liðum.

	Ísland	Noregur	Skotland	Kanada	kr/kg	%
Seiðakostn.(<5 g)						
Seiðakostn.(>5-100)					25	14
Fóðurkostnaður					95	51
Launakostnaður					15	8
Annar kostnaður					35	19
Afskriftir/stofnkost.					10	5
Fjármagnskostnaður					5	3
Slátrun og innl. flutn.						
Vinnsla						
Flutningskostn.						
Markaðsetning						

Til að tryggja framgang við uppbyggingu þorskeldis á Íslandi leggur verkefnisstjórnin eftirfarandi til við sjávarútvegsráðherra:

Tillaga 1: Verkefnisstjórn

Komið verði á fimm manna verkefnisstjórn fyrir átak í þorskeldi, með þremur fulltrúum atvinnulífs, einum frá rannsóknastofnun og einum frá sjávarútvegsráðuneytinu. Hlutverk verkefnisstjórnarinnar yrði að:

- Vera tengiliður við sjávarútvegsráðuneytið og AVS - verkefnisstjórnina.
- Hafa forustu um starf faghópa sem kallaðir verði til álits á helstu áherslusviðum þannig að frekari stefnumörkun eigi sér stað.
- Afla upplýsinga um samkeppnishæfni þorskeldis á Íslandi.
- Hafa frumkvæði að reglulegu mati á framgangi rannsókna- og þróunarvinnu.

Tillaga 2: Faghópar

Til að tryggja samhæfingu og samvinnu við þróun þorskeldis á Íslandi er lagt til að stofnaðir verði fjórir faghópar. Þeir myndu fjalla um: a) umhverfismál og eldistækni, b) seiðaeldi og kynbætur, c) matfiskeldi og d) vinnslu-, gæða- og markaðsmál. Hlutverk faghópa yrði að:

- Koma í framkvæmd mikilvægum rannsóknaverkefnum.
- Mynda rannsóknahópa og koma á samstarfi við erlenda vísindamenn.
- Vera verkefnisstjórninni, átak í þorskeldi, til ráðgjafar.

Mælt er með því að Hafrannsóknastofnunin verði fengin til að halda utan um vinnu faghópa, þorskeldisráðstefnur og erlent samstarf fyrir Íslands hönd.

Tillaga 3: Upplýsingamiðlun

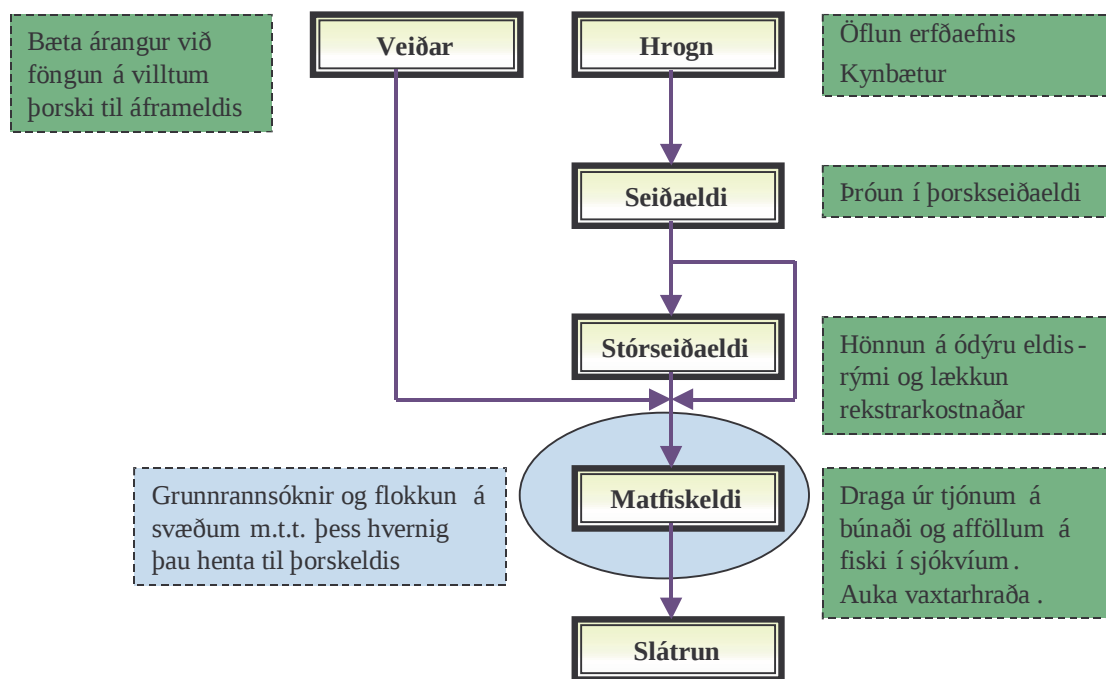
Mikilvægt er að tryggja upplýsingastreymi til þeirra sem vinna við þorskeldi á Íslandi. Þar getur vefurinn (www.thorskeldi.is) þjónað lykilhlutverki sem vefgátt (portal)

þar sem hægt er að sækja allar upplýsingar um þorskeldi. Mælt er með því að auðlindadeild Háskólans á Akureyri verði fengin til að sjá um heimasíðu og námskeiðahald fyrir þorskeldi.

Hafrannsóknastofnuninni er ætlað að fylgjast með þeim tilraunum sem eru styrkar með úthlutun þorskeldiskvóta og birti niðurstöður þeirra. Lögð er áhersla á að Hafrannsóknastofnunin birti árlega skýrslu um framgang þorskeldis og niðurstöður rannsókna sem hafa verið styrktar með þeim hætti.

Tillaga 4: Mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni

Á myndinni hér fyrir neðan er yfirlit yfir mikilvægustu rannsókn- og þróunarverkefnin. Þetta eru þau verkefni sem hópurinn telur að þurfi að leggja mesta áherslu á.



I. Náttúrulegar aðstæður til þorskeldis og eldistækni

Í samkeppnislöndunum er lögð áhersla á að koma seiðunum sem fyrst úr dýru eldisrými seiðaeldisstöðva yfir í ódýrt eldisrými í sjókvím. Ef bornar eru saman aðstæður til þorskeldis á Íslandi og í samkeppnislöndunum er meginmunur á þeim hluta eldisferilsins sem fer fram í sjókvím, okkur í óhag. Hér á landi hafa tjón á sjókvím og afföll á fiski verið tíðari en í samkeppnislöndunum. Skipta þarf landinu í eldissvæði og taka þarf saman fyrirbyggjandi gögn fyrir hvert eldissvæði og gera grunnrannsóknir og afla þeirra gagna sem nauðsynleg eru til að geta metið svæðið m.t.t. fiskeldis. Næsta skref er síðan að hanna og prófa sjókvíar fyrir íslenskar aðstæður.

Þrátt fyrir að þorskur sé með tiltölulega lágt kjörhitastig eru aðstæður til eldis við norðanvert Ísland líklega lakari en í samkeppnislöndunum. Kjörhitastig þorsks lækkar eftir því sem fiskurinn stækkar og er því mikill ávinningur af því að setja út sem stærst seiði. Þá eru fyrst framleidd stórseiði í eldisrými þar sem hægt er að stjórna

umhverfisþáttum. Hér er nýting á jarðvarma lykilatriði og endurnýting á sjó. Hanna þarf ódýrt eldisrými þar sem jafnframt er hægt að halda rekstrarkostnaði í lágmarki.

II. Kynbætur og seiðaeldi

Kynbætur á þorski eru ein mikilvægasta forsendan fyrir samkeppnishæfni atvinnugreinarinnar við önnur lönd. Það er því mikilvægt að sem fyrst verði hafin leit að heppilegum fiski til kynbóta. Seiði verði framleidd í einni eldisstöð og þeim síðan dreift víða um landið. Gert er ráð fyrir að grunnvinnan taki 3-4 ár og niðurstöðurnar verði síðan notaðar til þess að skipuleggja áframhaldandi kynbætur. Samhliða verði unnið að því að ná betri tökum á umhverfisþáttum í þorskseiðaeldinu til að tryggja betur áreiðanleika niðurstaðna úr mati á eiginleikum stofna og einstaklinga.

Lagt er til að stofnað verði rekstrarfélag um þetta verkefni undir forustu Stofnfisks, Fiskeldis Eyjafjaðar hf. og Hafrannsóknastofnunarinnar í samvinnu við innlendar rannsóknastofnanir og fyrirtæki.

III. Bæta árangur við að fanga villtan þorsk til áframeldis

Á næstu árum eru taldar meiri líkur á því að áframeldi á villtum þorski geti skilað arði en matfiskeldi allt frá eldisseiðum (aleldi). Aðalhindrunin hefur verið að ná að safna nægilega miklu af þorski á hagkvæman hátt. Hefðbundin veiðitækni tekur ekki mið af því að fanga fisk með því sem næst óskertan lífsþrótt. Það er því mikilvægt að þróa nýja veiðitækni sem hefur það að markmiði að fanga óskaddaðan fisk sem hægt er að ala áfram í eldisstöð.

Til að geta byggt upp þorskeldi sem atvinnugrein þarf að vera til staðar þekking og færni og stunda þarf rannsóknir og þróun á sem flestum sviðum þorskeldis. Það þarf því einnig að sinna öðrum rannsókn- og þróunarverkefnum en þeim sem talin eru upp hér á undan þó svo að þau séu ekki sett í forgang.

Tillaga 5: Fjármögnun

Þróun þorskeldis á Íslandi er áhættusamt langtímaverkefni. Það getur liðið langur tími þar til þorskeldi verður arðbær atvinnugrein. Það er því fyrirséð að leggja verður verulega fjármuni í rannsókn- og þróunarvinnu fram yfir það sem fyrirtæki munu leggja fram. Mikilvægt er að þeir opinberu fjármununir sem varið verður í þorskeldi fari til að fjármagna rannsókn- og þróunarvinnu.

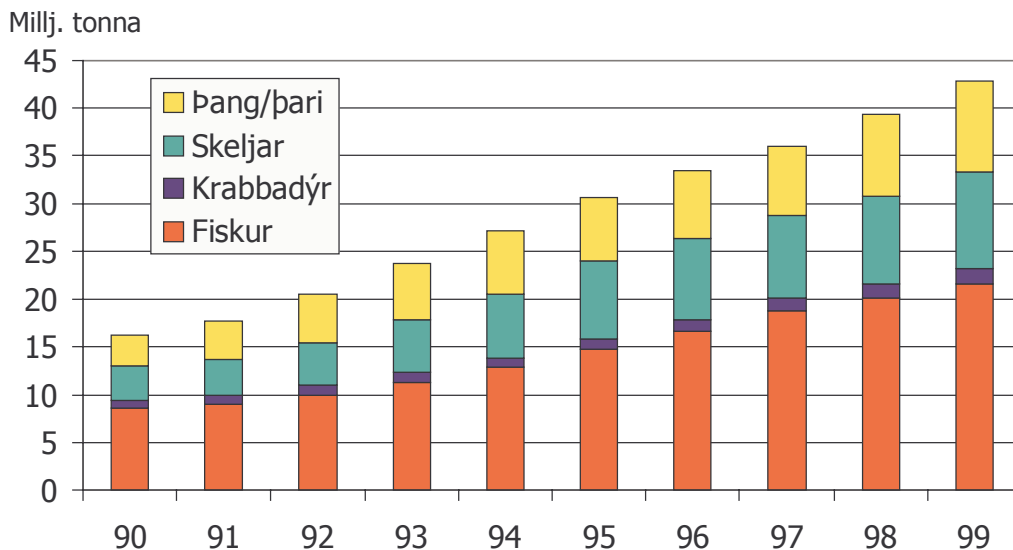
Mælt er með árlegu framlagi úr ríkissjóði og opinberum rannsóknasjóðum til rannsókn- og þróunarverkefna í þorskeldi sem nemi **700 milljónum** króna á árunum 2003-2007. Til viðbótar þessari upphæð kæmi framlag sjávarútvegsfyrirtækja og annarra þátttakenda.

1. Inngangur

1.1 Þróun fiskeldis

Mjög hröð þróun hefur átt sér stað í fiskeldi í heiminum á síðustu áratugum. Á sama tíma hafa fiskveiðar því sem næst staðið í stað og er ekki gert ráð fyrir að aukning verði í fiskveiðum í heiminum. Aukning á framboði sjávarfangs mun því koma frá fiskeldi. Frá árinu 1990 jókst framleiðsla eldisafurða úr rúmum 15 milljónum tonna í rúmar 40 milljónir tonna á árinu 1999 (1. mynd). Á sama tíma hefur alger stöðnun verið í fiskeldi á Íslandi og árleg framleiðsla á bilinu 3 til 4 þúsund tonn.

Þáttur fiskeldis í efnahag margra landa hefur á undanförunum árum aukist verulega og mun án efa vaxa mikið á næstu árum. Aukning í framleiðslu eldisafurða hefur verið meiri en spár hafa sagt til um. Ef aukningin verður svipuð á næstu árum og áratugum er ekki langt að bíða þess að framleiðsla eldisafurða verði meiri en afli úr fiskveiðum. Á síðustu árum hafa fiskveiðar numið tæpum 100 milljón tonnum á ári.

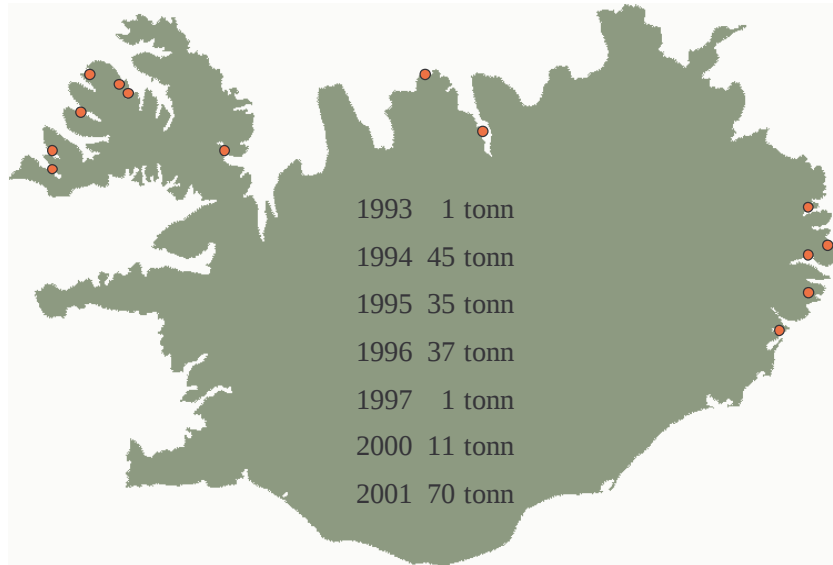


1. mynd. Heimsframleiðsla fiskeldisafurða í milljónum tonna á tímabilinu 1990-1999 (Heimild: FAO).

1.2 Umfang þorskeldis á Íslandi

Fyrstu tilraunir með söfnun á villtum þorski til áframeldis í kvíum hófust á Stöðvarfirði sumarið 1992 að frumkvæði heimamanna. Árið 1994 voru gerðar sjö tilraunir með sjókvíaeldi á þorski, tvær á Austfjörðum og fimm á Vestfjörðum. Fyrstu árin studdi sjávarútvegsráðuneytið við bakið á þeim sem gerðu tilraunir með þorskeldi með því að úthluta hverjum aðila 5 tonna kvóta af lifandi þorski. Þrátt fyrir þetta dofnaði áhuginn fljótt, verðið sem fékkst fyrir þorskinn lækkaði og fyrirhöfnin var mikil miðað við tiltölulega lítil umsvif. Aðalhindrunin hefur verið að safna nægilega miklu af þorski á hagkvæman hátt.

Framleiðsla á eldisþorski hefur verið lítil á Íslandi eins og í öðrum löndum. Alls mun hafa verið slátrað upp úr kvíum hér á landi um 200 tonn af slægðum þorski á árabílinu 1993-2001 (2. mynd). Seinnihluta síðasta áratugar lagðist eldið af en hefur nú hafist aftur á nokkrum stöðum við landið.



2. mynd. Staðsetning sjókvía þar sem þorskeldi hefur verið stundað við Ísland og framleiðsla á eldisþorski á árunum 1993-1997 og 2000-2001.

Árið 1994 tókst að framleiða fyrstu þorskseiðin í Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar á Stað við Grindavík. Í kjölfar þessa árangurs var hleypt af stað verkefni um eldi þorskseiða sem hafði að markmiði að þróa aðferðir við framleiðslu seiða með ræktuðu fóðri. Í Tilraunaeldisstöðinni hafa á undanförunum árum verið framleidd nokkur þúsund þorskseiði á ári. Alls er búið að framleiða um 55.000 þorskseiði í stöðinni.

Áhugi fyrir þorskeldi hefur aukist mikið samfara auknum áhuga á þorskeldi í öðrum löndum. Stærstu sjávarútvegsfyrirtæki hafa sýnt þorskeldi mikinn áhuga. Útgerðarfélag Akureyringa hf., Hraðfrystihúsið-Gunnvör hf., Síldarvinnslan hf., Þórsberg hf. og Hraðfrystihús Eskifjaðar hf. hafa nú þegar hafið tilraunir í þorskeldi. Önnur öflug fyrirtæki hafa sýnt þorskeldi áhuga og fyrirhuga að hefja eldi á þorski á næsta ári. Það er því að vænta verulegrar aukningar í þorskeldi á næstu árum.

1.3 Þorskeldi og stjórnsýslan

Þrjár þingsályktunartillögur hafa verið lagðar fram á Alþingi á þessu ári. Ein þeirra náði fram að ganga en það er tillaga til þingsályktunar um áframeldi á þorski. Í lögum nr. 38, 15 maí 1990, um stjórn fiskveiða með síðari breytingum, heimilar Alþingi að fram til fiskveiðiársins 2005/2006 hafi sjávarútvegsráðherra til sérstakrar ráðstöfunar aflaheimildir sem nema árlega 500 lestum af óslægðum þorski. Þessum aflaheimildum skal ráðstafað til tilrauna með áframeldi á þorski í samráði við Hafrannsóknastofnunina sem fylgist með tilraununum og birtir niðurstöður um gang þeirra. Hinar tvær þingsályktunartillögurnar sem ekki hafa náð fram að ganga eru:

- ✓ Tillaga til þingsályktunar um rannsóknir á þorskeldi.

„Alþingi ályktar að fela sjávarútvegsráðherra að hlutast til um að skipulegar rannsóknir á þorskeldi frá klaki til slátrunar verði stórauðnar, svo og að fjarða- og kvíaelði á þorski verði eftir og stutt, með það að markmiði að Íslendingar geti framleitt eldisþorsk til útflutnings innan fárra ára”.

- ✓ Tillaga til þingsályktunar um miðstöð atferlis- og eldisrannsókna á þorski á Vestfjörðum.

„Alþingi ályktar að fela ríkisstjórninni að setja á laggirnar miðstöð atferlis- og eldisrannsókna á þorski á Vestfjörðum er hafi það hlutverk að standa fyrir og efla rannsóknir á þessu sviði í samvinnu við háskóla- og rannsóknastofnanir. Verði starfsemi rannsóknastofnana á svæðinu eflað í því skyni”.

Í mars 2002 var gefin út skýrsla að frumkvæði sjávarútvegsráðherra „Þorskeldi á Íslandi: Hugmyndir að uppbyggingu”. Skýrsluna vann Ólafur Halldórsson fiskifræðingur og voru í henni reifaðar ýmsar hugmyndir að uppbyggingu þorskeldis á Íslandi. Í skýrslunni kemur meðal annars fram:

„Þegar höfð er í huga sú hraða aukning sem hefur átt sér stað í fiskeldi á undanförunum árum ásamt áformum annarra þjóða um stórfellt þorskeldi verða Íslendingar að setja sér markmið þess efnis að hlutdeild okkar og áhrif á þorskmörkuðum minnki ekki frá því sem nú er. Í framhaldi af því gætu Íslendingar sett sér það markmið að á næstu 10 árum færi framleiðsla á eldisþorski hér á landi í 30 þúsund tonn”.

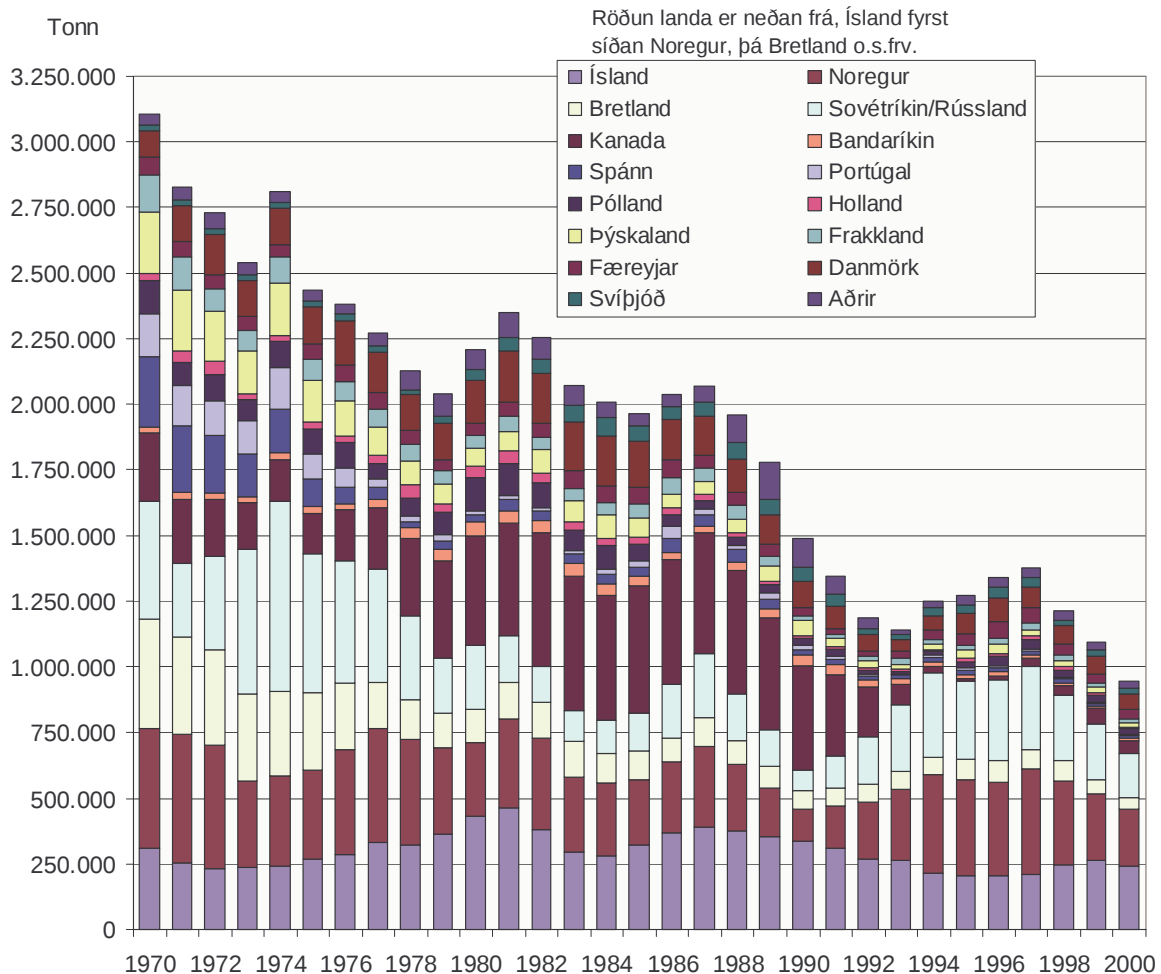
Í október á þessu ári gaf AVS Stýrihópur út skýrsluna „5 ára áttak til að auka verðmæti sjávarfangs”. Stýrihópurinn var skipaður af sjávarútvegsráðherra fyrir á árinu. Í skýrslunni kemur fram;

„Lagt er til að ýtt verði úr vör öndvegisátaki, leitt af helstu sérfræðingum og hagsmunaaðilum í fiskeldi og líftækni”. Í skýrslu AVS Stýrihópsins kemur einnig fram: „Fiskeldi er að skapa hlutfallslega lítil útflutningsverðmæti nú um stundir þótt ljóst sé að verið er að leggja grunn að töluverðri verðmætaaukningu og það er trú margra að fiskeldi eigi eftir að aukast enn frekar og verða leiðandi þáttur í framtíðarsýninni fyrir sjávarútveg, ekki síst með nýjum tegundum eins og þorski inn í eldið”.

1.4 Af hverju þorskeldi á Íslandi?

Veiðar á þorski úr Atlantshafi hafa dregist saman um rúmar 2 milljónir tonna á undanförunum þremur áratugum, eða úr rúmum þremur milljónum tonna 1980 í um eina milljón árið 2000 (3. mynd). Veiðar við Ísland hafa einnig verið að dragast saman, hafa verið á bilinu 200 þús. – 250 þús. tonn á undanförunum árum. Þorskstofninn hefur lengi verið ein helsta auðlind Íslendinga enda sá fiskistofn sem hefur gefið mest af sér til þjóðarbúsins. Á árinu 2001 nam verðmæti þorskafurða yfir 40% af vöruútflutningi sjávarafurða. Ekki er gert ráð fyrir því að veiðar á þorski muni aukast mikið frá því sem nú er og má því gera ráð fyrir að Íslendingar veiði um 20 – 30% af heildaraflanum í Norður-Atlantshafi á komandi árum. Mikilvægt er fyrir Íslendinga að halda sinni hlutdeild í framtíðinni á þorskmörkuðum. Þorskeldi er leið að því marki og kanna þarf hvort eldi á þorski geti orðið arðbær atvinnugrein hér á landi.

Mikil framleiðsla á eldisþorski mun hafa veruleg áhrif á Íslandi. Reynslan af öðrum tegundum, s.s. laxi í Alaska eða rækju í Mexíkó sýna að eldistegundir verða smám saman ráðandi á sínum markaði og villtar tegundir lenda í erfiðleikum. Nauðsynlegt er að vera búinn undir þessa þróun.



3. mynd. Heildarveiði á þorski á Norður-Atlantshafi á árunum 1970-2000 eftir löndum (Heimild: FAO)

Heildaraflí Íslendinga hefur sveiflast úr 1,5 milljónum tonna í rúmar 2 milljónir tonna á síðastliðnum áratug, og er það uppsjávarfiskur sem fyrst og fremst veldur sveiflunum. Verðmæti aflans hefur ekkert aukist á sama tímabili og er heildarverðmæti aflans 2001 minni en árið 1992 sem nemur 4,3%, en aflinn var engu að síður 26,7% meiri. Þessar tölur sýna að afli sem að landi kemur er ekki eins verðmætur og áður sem er fyrst og fremst vegna þess að hlutfallslega meira berst að landi af ódýrari fisktegundum eins og t.d. loðnu, síld og kolmunna. Það liggur í augum uppi að brýnt er að skapa meiri verðmæti úr þessum tegundum eins og loðnu og kolmunna, sem fara að langmestu leyti til bræðslu. Það er t.d. hægt að gera með því að framleiða fiskifóður til að fódra eldisfisk sem fluttur yrði út í formi verðmætra eldisafurða.

Í ljósi þess að í dag eru flestir fiskstofnar fullnýttir og ekki er að sjá að veiðar á fiski komi til með að aukast í verulegum mæli á allra næstu árum. Aukið framboð sjávarfangs frá Íslandi mun því að mestu koma úr eldi ef vel tekst til við uppbyggingu fiskeldis. Þorskeldi, vinnsla og markaðssetning á eldisþorski er einn af möguleikum sjávarútvegsfyrirtækja til að stækka og auka umsvif sín.

1.5 Þorskeldisverkefnið

Á árinu 2001 var hafinn undirbúningur að verkefninu „*Þorskeldi á Íslandi: Stefnumörkun og upplýsingabanki*“. Undirbúningsvinnan var unnin með styrk frá Rannsóknarráði Íslands. Þorskeldisverkefnið hófst síðan formlega með styrk úr ríkissjóði og framlagi þátttakenda.

Verkefnið er samstarfsverkefni sjávarútvegsráðuneytisins, auðlindadeildar Háskólans á Akureyri, Hafrannsóknastofnunarinnar og sjávarútvegsfyrirtækja. Sérstök verkefnisstjórn stýrir verkefninu og henni til aðstoðar eru sérfræðingar á mismunandi sviðum sem aðstoða við upplýsingaöflun og mat á stöðu einstakra þátta.

Meginmarkmið verkefnisins eru að:

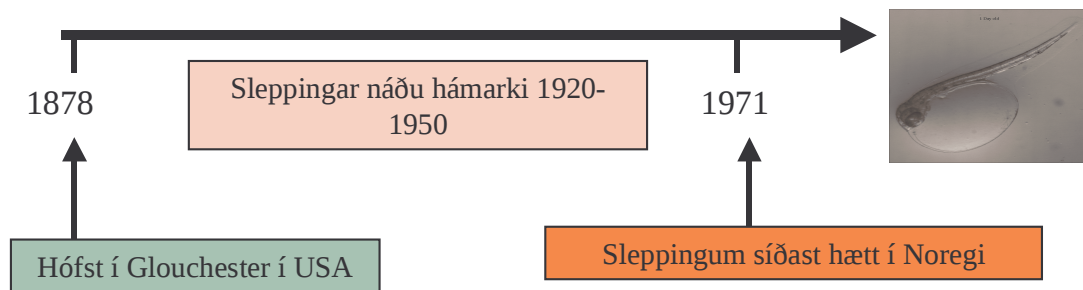
- ✓ Meta samkeppnishæfni þorskeldis á Íslandi
- ✓ Móta stefnu í rannsókn- og þróunarvinnu
- ✓ Afla og miðla upplýsingum um þorskeldi

Lagt verður mat á samkeppnishæfni þorskeldis á Íslandi og bent á leiðir sem eru vænlegar til árangurs. Vonast er til að þessi vinna geti stuðlað að arðbæru þorskeldi á Íslandi. Til að skilgreina mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni var haldinn stefnumótunarfundur í Reykholti í Borgarfirði 17.-18. október 2002. Á þennan fund mættu rúmlega 70 manns; sérfræðingar, athafnamenn og fulltrúar stjórnsýslu, ýmissa samtaka, háskóla, rannsóknastofnana og lánastofnana. Á fundinum voru gerðar tillögur að stefnumótun í rannsókn- og þróunarvinnu í þorskeldi og er þær að finna í viðauka 1. Mikil áhersla er lögð á að miðla upplýsingum til áhugamanna um þorskeldi og hefur þorskeldisverkefnið sérstaka heimasíðu (www.thorskeldi.is) þar sem birt er allt efni sem gefið verður út á vegum verkefnisins.

2. Þróun og staða þorskeldis hjá samkeppnislöndum

2.1 Þorsklak og hafbeit

Þorskeldi á sér langa sögu. Tilraunir með þorsklak hófust fyrst í Gloucester í Bandaríkjunum árið 1878 (4. mynd). Fyrstir Evrópubúa koma Norðmenn á fót klakstöð í Flødevigen í Suður-Noregi árið 1884. Fljótlega fylgdu Kanadamenn og Bretar á eftir. Í byrjun var bæði reynt að hafa áhrif á viðgang þorsks með því að frjógva hrogn úti á miðunum og klekja þorskrognum í klakstöðvum og sleppa síðan kviðpokalirfum. Mest umfang í sleppingum kviðpokalirfa var í Bandaríkjunum og Noregi og náðu þær hámarki á árunum 1920-1950. Sleppingum kviðpokalirfa var hætt í Bandaríkjunum í byrjun sjötta áratugarins þar sem ekki var hægt að sýna fram á jákvæðan árangur. Sleppingu kviðpokalirfa var síðan hætt í Noregi af sömu ástæðu í byrjun áttunda áratugar síðustu aldar.

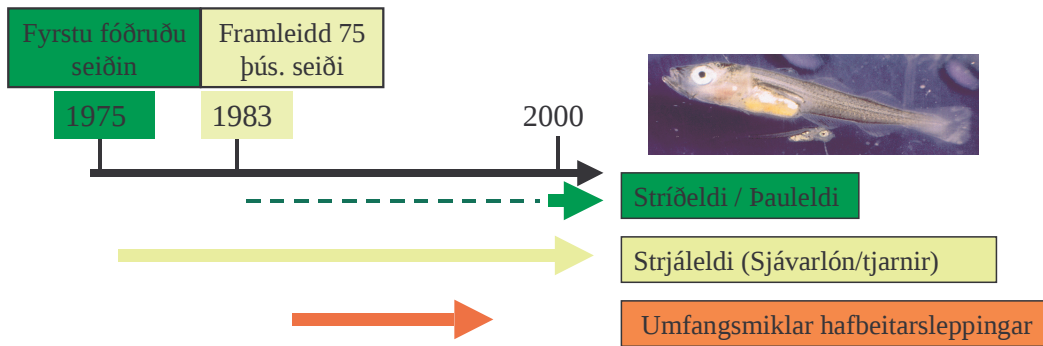


4. mynd. Þorsklak og sleppingar á kviðpokalirfum. Starfsemin var aðallega stunduð í Bandaríkjunum og Noregi.

2.2 Seiðaframleiðsla og hafbeit

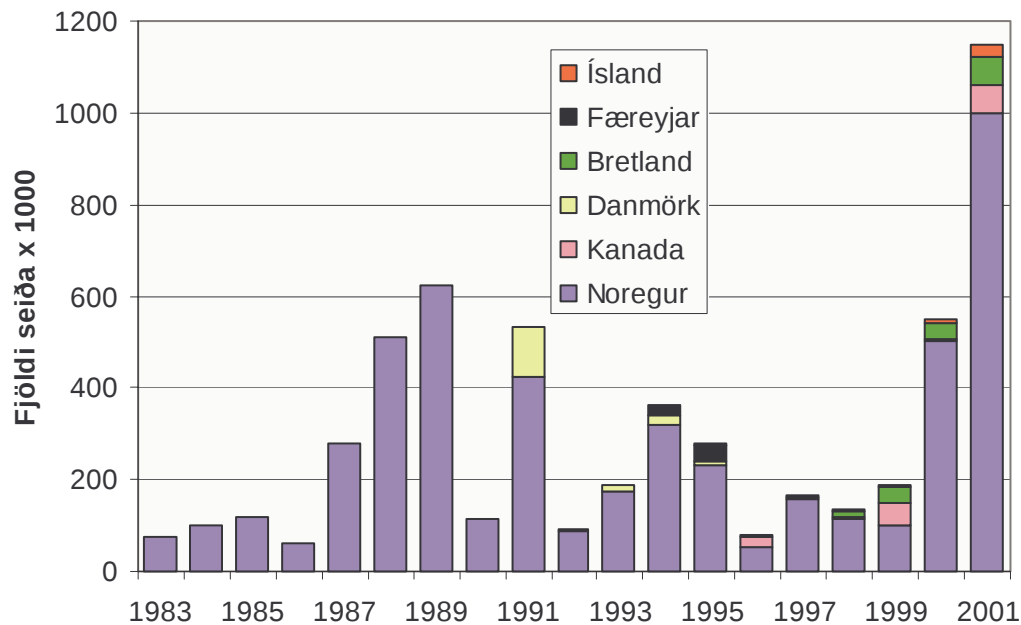
Fyrstu fóðruðu þorskseiðin voru framleidd í Noregi árið 1975 (5. mynd). Fyrstu árin gekk framleiðsla þorskseiða erfiðlega, en árið 1983 tókst að framleiða verulegt magn eða 75 þús. seiði. Seinnihluta síðustu aldar voru þorskseiði aðallega framleidd í sjávarlónum eða tjörnum. Þar eru seiðin fyrst fóðruð með náttúrulegri fæðu og síðan þegar ákveðinni stærð er náð með tilbúnu fóðri. Ókosturinn við þessa aðferð er að þorskseiðaframleiðslan er háð sveiflum í framboði á náttúrulegri fæðu. Ekki er heldur hægt að vera með nema eina uppskeru á ári. Þauleldi eða stríðeldi á seiðum í körum þar sem hægt er að stjórna umhverfispáttum og hafa fleiri en eitt klak á ári er talið geta skilað mun betri árangri. Í framtíðinni er gert ráð fyrir að stærsti hluti af framleiðslu þorskseiða komi úr þauleldi.

Þrátt fyrir verulegt framlag til rannsókn- og þróunarvinnu sérstaklega í Noregi var framleiðslu þorskseiða seinnihluta síðustu aldar tiltölulega lítil, mest rúmlega 600 þús. seiði. Eftir lögð seinnihluta síðasta áratugar hefur framleiðslan aukist og var komin upp í rúmlega eina milljón seiða á árinu 2001 (6. mynd).



5. mynd. Yfirlit yfir þróun seiðaeldis og hafbeitar á þorski.

Fljótlega eftir að Norðmenn byrjuðu að framleiða þorskeiði hófust sleppingar í hafbeit og á síðasta áratug var starfrækt umfangsmikið hafbeitarverkefni. Markmiðið með verkefninu var að kanna arðsemi og lögfræðileg álitamál, auk líffræðilegra og vistfræðilegra forsenda hafbeitar á þorski og fleiri tegundum. Stór hluti af þorskeiðaframleiðslu Norðmanna fór í hafbeitarsleppingarnar. Niðurstaða verkefnisins var sú að langt væri í það að hafbeit á þorski skilaði arði. Hafbeitarsleppingar voru einnig stundaðar við Danmörku, Færeyjar og Svíþjóð, en umfangið var mun minna en í Noregi.



6. mynd. Framleiðsla þorskeiða í Noregi, Kanada, Bretlandi, Danmörku, Færeyjum og Íslandi. Athugið að stærð seiða getur verið töluvert ólík frá einu ári til annars og á milli landa.

2.3 Framtíðaráform í seiðaeldi og kynbótum

Vænta má mikillar aukningar í framleiðslu þorskseiða á næstu árum. Norska byggðastofnunin og norska rannsóknarráðið gera ráð fyrir stöðugri aukningu í framleiðslu þorskseiða í Noregi á næstu árum og að framleiðslan verði komin upp í 15 milljónir seiða 2006 (1. tafla). Framleiðsluspár norska þorskeldisverkefnisins (*Sats på torsk*) eru bjartsýnni og þar er gert ráð fyrir að seiðaframleiðslan verði komin upp í 30-50 milljónir seiða árið 2005. Framleiðslugeta í stærstu seiðaeldisstöðinni, Cod Culture Norway, er áætluð um 10 milljón seiði á árinu 2004. Norsk stjórnvöld hafa sett verulega fjármuni í að undirbúa kynbætur á þorski. Kynbótastöðin verður staðsett í Tromsø í Norður-Noregi, og mun heyra undir sjávarútvegsrannsóknastofnunina (Fiskeriforskningen).

1. tafla. Áætluð framleiðsla á þorskseiðum og matfiski á árunum 2001-2006 og áætlaður fjöldi seiðaeldisstöðva (Heimild: Norska byggðastofnunin og norska rannsóknarráðið).

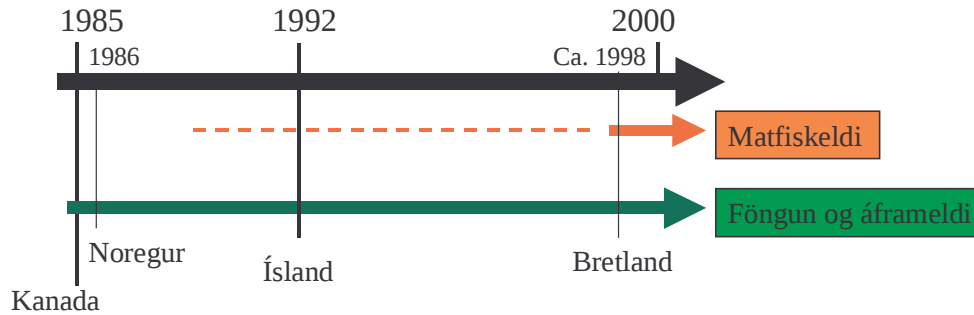
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Þorskseiði x 1000	1000	2000	3000	5000	10000	15000
Fj. seiðastöðva	8-10	10-12	15	15	15	15
Matfiskur (tonn)	300	1500	3000	6000	9000	15000

Í Bretlandi er gert ráð fyrir hröðum vexti í seiðaframleiðslu og þegar á árinu 2004 áætla samtök eldismanna (British Marine Finfish Association) að framleiðslan verði komin yfir tvær milljónir tonna. Aquascot er með í uppbyggingu tvær seiðaeldisstöðvar sem áætlað er að geti framleitt um 2 milljónir þorskseiða. Machrihanish Marine Farm Ltd. áætla að framleiða um 2 milljónir þorskseiða og þar er lokið við að safna efniviði sem í framtíðinni á að nota í kynbætur.

Í Kanada hefur verið byggð seiðaeldistöð á vegum fyrirtækisins North Atlantic Cod Hatchery Corporation þar er áætlað að framleiða um 2 milljónir þorskseiða á ári. Í Bandaríkjunum eru stundaðar tilraunir í þorskseiðaeldi. Af öðrum þjóðum sem ekki hafa hafið þorskseiðaframleiðslu en hafa málin í skoðun má nefna Danmörku, Svíþjóð og Færeyjar.

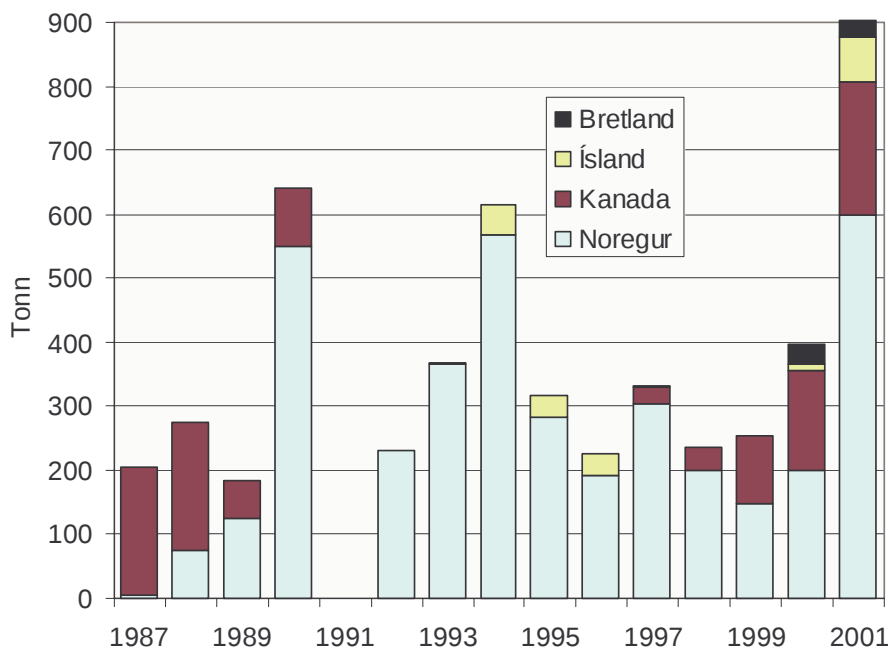
2.4 Föngun og áframeldi á þorski

Föngun og áframeldi á þorski hófust á Nýfundnalandi árið 1985 og árið eftir hófu Norðmenn eldi á villtum þorski (7. mynd). Fyrstu tilraunir með söfnun á villtum þorski til áframeldis í kvíum hér á landi hófust 1992. Greinarmunur er gerður á eldisþorski, þ.e.a.s. fiski sem er alinn allt frá hrogni upp í markaðsstærð og fóðruðum þorski en þá er villtur fiskur fangaður og fóðraður fram til slátrunar. Fóðrun á villtum þorski er hér nefnd áframeldi. Eldi allt frá klaki upp í markaðsstærð er hér nefnt aleldi.



7. mynd. Yfirlit yfir þróun í áframeldi á villtum þorski og matfiskeldi með eldisseiðum.

Á tímabilinu 1987-2001 hefur heimsframleiðsla á eldisþorski verið mjög lítil og aldrei farið yfir 1.000 tonn á ári (8. mynd). Á þessum árum er uppistaða framleiðslunnar úr áframeldi. Það er ekki fyrr en á síðustu árum að framleiddur hefur verið eldisþorskur með eldisseiðum. Norðmenn hafa verið umfangsmestir í veiðum og áframeldi á þorski, en framleiðslan hefur þó verið lítil eða mest tæp 600 tonn á ári.



8. mynd. Framleiðsla eldisþorsks í Noregi, Íslandi, Kanada og Bretlandi á árunum 1987-2001. Hér er bæði framleiðsla úr áframeldi og alaldi.

Við veiðar á villtum þorski til áframeldis hafa þrjár leiðir verið reyndar:

- ✓ Veiðar á seiðum (0-árgangi).
- ✓ Veiðar á smáþorski undir eða rétt um lágmarksstærð.
- ✓ Veiðar á stærri þorski.

Bent hefur verið á að æskilegt sé að nota seiði vegna mikilla affalla sem verða hvort sem er á þeim í náttúrunni. Í Noregi er ekki talið að hægt sé að fá heimild til seiðaveiða m.a. vegna lakrar stöðu þorskstofnsins. Á níunda áratugnum voru gerðar tilraunir í Noregi með að fanga þorskseiði í dragnót. Veiðarnar heppnuðust vel og tókst að veiða um 600 þús. þorskseiði (5-8 sm). Þessi seiði fóru síðan í áframhaldandi eldi á nokkrum stöðum en lítið er vitað um niðurstöður þeirra tilrauna.

Við áframeldi á þorski er yfirleitt fangaður þorskur yfir lágmarksstærð. Oftast er fiskurinn fangaður að vori og alinn yfir heitustu mánuðina fram á haust og er honum þá slátrað. Í sumum tilvikum er fiskurinn alinn yfir veturinn og slátrað eftir u.þ.b. eitt ár eða lengri tíma. Veiðar á þorski rétt eftir hrygningu hafa verið reyndar sérstaklega í Noregi. Á þessum tíma er fiskurinn mjög magur og hægt hefur verið að fá mikla þyngdaraukningu á tiltölulega stuttum tíma.

Í Kanada og Skotlandi er ekki lögð áhersla á áframeldi á þorski enda eru þorskstofnar í þessum löndum í lágmarki.

2.5 Matfiskeldi

Það er ekki fyrr en á síðustu árum að farið er að nota eldisseiði að einhverju marki við framleiðslu á eldisþorski. Í Noregi voru framleidd 300 tonn af eldisþorski með eldisseiðum af 600 tonna framleiðslu á árinu 2001. Norska byggðastofnunin og norska rannsóknarráðið áætla að á árinu 2006 verði framleidd um 15.000 tonn af þorski með matfiskeldi frá eldisseiðum og að á árinu 2020 geti útflutningsverðmæti verið þau sömu og í norsku laxeldi í dag.

Matfiskeldi á þorski með eldisseiðum er stundað á Nýfundnalandi og hófst tilraun árið 2001 með að setja 65 þús. þorskseiði í kvíar. Þorskur er talinn ein af áhugaverðustu tegundum til fiskeldis á Nýfundnalandi. Í skosku þorskeldisverkefni sem var starfrækt á tímabilinu 1997-2000 voru m.a. gerðar tilraunir með eldi á þorski. Samtök eldismanna á Bretlandi (British Marine Finfish Association) áætla að framleiðslan á eldisþorski verði um 25.000 tonn á árinu 2010. Á næstu árum eiga eflaust fleiri lönd eftir að bætast við. Ef eingöngu er tekið tillit til áforma við framleiðslu þorskseiða í Noregi, Kanada og Skotlandi má gera ráð fyrir að framleiðsla á eldisþorski fari upp í nokkra tugi þúsunda tonna á næstu árum.

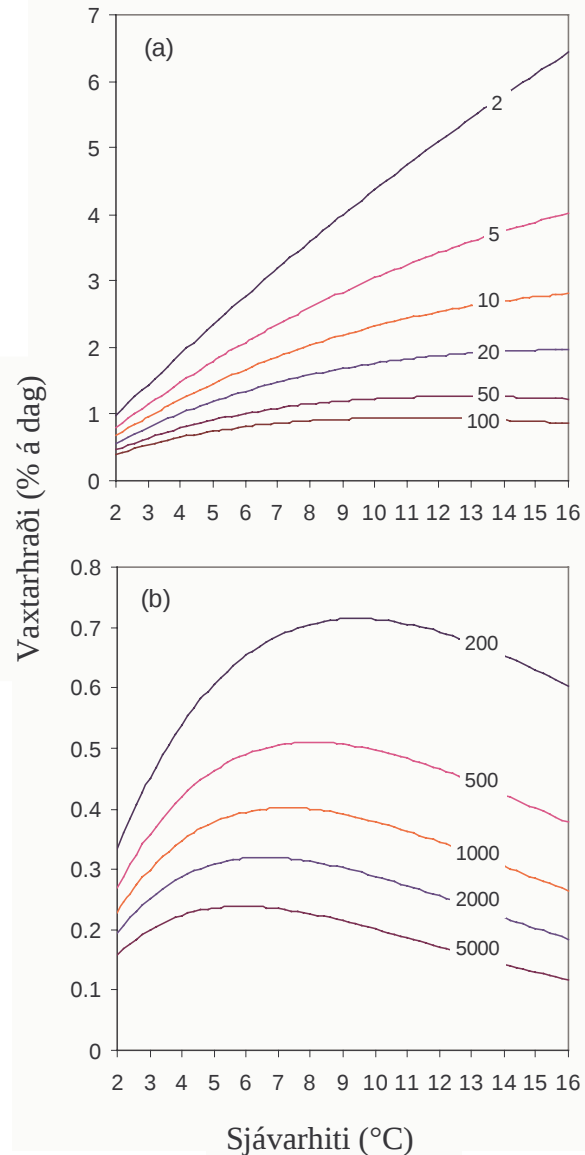
3. Náttúrulegar aðstæður og eldisaðferðir fyrir þorskeldi

3.1 Þorskur sem eldisfiskur við íslenskar aðstæður

Vaxtarhraði er lykilatriði við mat á hagkvæmni í matfiskeldi. Hann ræðst annars vegar af erfðafáttum og hins vegar af umhverfisþáttum. Kjörhiti til vaxtar hjá þorski lækkar með aukinni þyngd. Við 50 g þyngd er kjörhiti um 13°C en við 5000 g þyngd er kjörhiti kominn niður í um 6°C (9. mynd). Á 9. mynd miðast dagvöxtur við niðurstöður tilrauna-eldis sem voru gerðar í Tilraunastöð Hafrannsóknastofnunarinnar á Stað við Grindavík. Miðað við þessar niðurstöður er kjörhitastig þorsks tiltölulega lágt og ætti þorskur því að henta til eldis við íslenskar aðstæður. Það skal þó haft í huga að takmarkaðar upplýsingar eru um vaxtarhraða þorsks í öðrum löndum og getur hugsanlega verið verulegur munur á milli stofna t.d. geta suðlægir stofnar haft hærri kjörhitastig og meiri vaxtarhraða við hærri hitastig en íslenski þorskstofninn.

Samkvæmt íslenskum rannsóknum er kjörhitastig fyrir hámarksfóðurnýtingu lægra en fyrir vöxt. Einnig er að vænta meiri affalla á fiski þegar farið er upp fyrir kjörhitastig fyrir vöxt.

Við mat á kjörhitastigi fyrir þorsk verður því að taka tillit til fleiri þátta en kjörhitastigs fyrir vöxt. Við Kanada gat eldisþorskur lifað í sjókvíum þar sem sjávarhitinn var undir $-1,2^{\circ}\text{C}$ í einn mánuð og fór allt niður í $-1,7^{\circ}\text{C}$. Talið var að eldisþorskurinn gæti lifað við þessar aðstæður vegna þess að lagnaðarís var yfir svæðinu sem hindraði að ískristallar bærust með umröti frá yfirborði sjávar niður að eldisfiskinum í kvínni. Ekki liggja fyrir upplýsingar um hvort



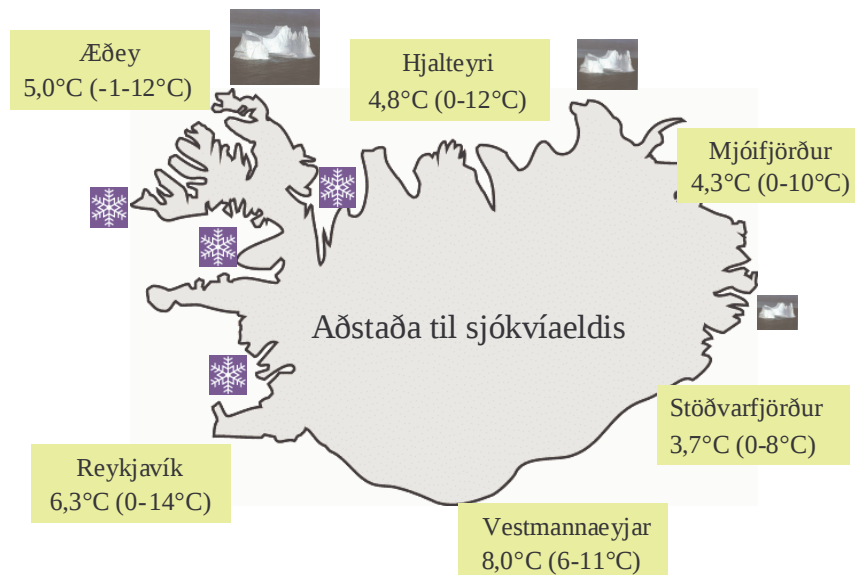
9. mynd. Dagvöxtur hjá þorski miðað við mismunandi stærð (g) og sjávarhita (Heimild: Björn Björnsson og Agnar Steinarsson, Hafrannsóknastofnunin).

Þorskur við Ísland framleiði frostlög eða hvort frostþol hans sé sambærilegt og hjá kanadískum þorski.

Í laxeldi á Íslandi hafa átt sér stað veruleg afföll af fiski við vestanvert landið vegna sjávarkulda. Hugsanlegt er að íslenskur þorskur þoli betur sjávarkulda en lax.

3.2 Náttúrulegar aðstæður til þorskeldis á Íslandi

Aðstæður til sjókvíaeldis á þorski frá vori til hausts eru viðunandi hér við land. Hinsvegar snýst málið við þegar eldistíminn þarf að vera lengri og stunda þarf eldið yfir vetrarmánuðina. Talsverð hætta er á undirkælingu sjávar við vestanvert landið, sérstaklega innst inni í grunnum fjörðum (10. mynd). Á Austfjörðum fer sjávarhiti sjaldan niður fyrir 0°C en fer hinsvegar ekki eins hátt á sumrin eins og við vestanvert landið. Aftur á móti er sjávarhiti hagstæður fyrir þorskeldi við Suðurland árið um kring en þar vantar skjól.

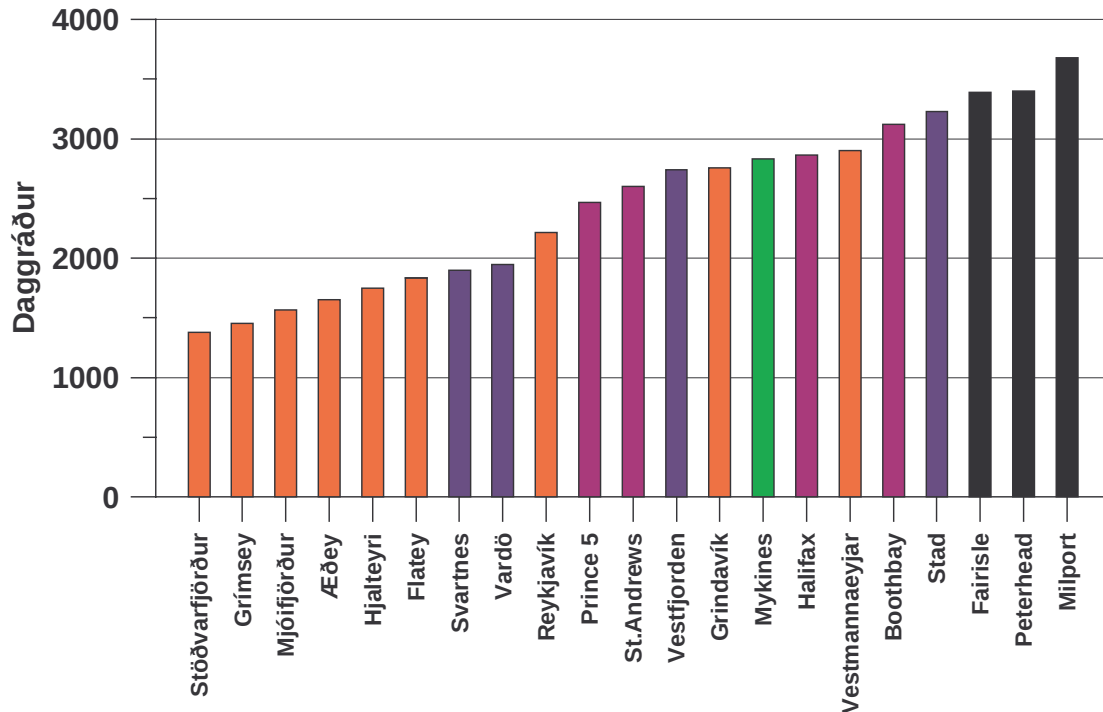


10. mynd. Myndræn framsetning á aðstæðum til sjókvíaeldis við Ísland. Stuðst er við gögn frá Hafrannsóknastofnuninni og Veðurstofu Íslands. Sjávarhiti er mældur við yfirborð.

Við Ísland er sjávarhiti talsvert lægri en víðast hvar við Noreg, Færeyjar, Kanada og Skotland nema við sunnanvert landið. Við samanburðinn er stuðst við daggráður en þá er meðalhiti fyrir hvern dag lagður saman fyrir alla daga ársins (11. mynd).

Eins og á Íslandi getur sjávarhiti farið undir -1°C við austurströnd Kanada. Aftur á móti er vandamálið í Vestur-Noregi og Skotlandi að sjávarhiti að sumarlagi getur verið of hár sem getur hugsanlega valdið vandamálum í eldinu, sérstaklega hvað stærri fiskinn áhrærir. Þar er sjórinn hins vegar lagskiptur og því mögulegt að koma fiskinum úr heitum yfirborðssjó niður í kaldari sjó yfir heitustu mánuðina á sumrin.

Við Ísland er hætt á að lagnaðarís myndist, sérstaklega við vestanvert landið. Sjókvíar geta frosið fastar og farið af stað með ísnum þegar hann losnar. Einnig getur rekis valdið tjóni á kvíum. Þessi hætta er ekki til staðar í Vestur-Noregi og Skotlandi.

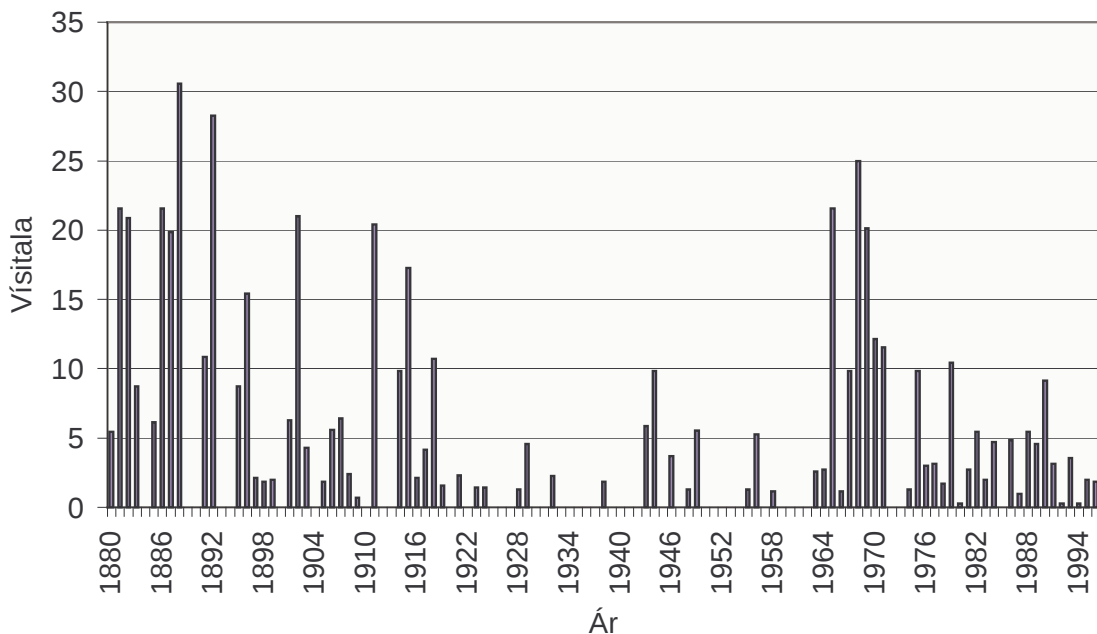


11. mynd. Samanburður á sjávarhita mældum í daggráðum við Ísland (rauðar súlur), Noreg (bláar súlur), Kanada (fjólubláar súlur), Færeyjar (græn súla) og Skotland (svartar súlur) (Heimild: Steingrímur Jónsson, Hafrannsóknastofnunin).

Á Íslandi er hætt á að hafís valdi tjóni við norðan- og austanvert landið. Þessi hætt er ekki til staðar við Noreg og Skotlandi. Breytingar á hafís við Ísland frá ári til árs í langan tíma hafa verið metnar með vísitölu (12. mynd).

Aðrir veðurfarslegir þættir eru Íslendingum einnig í óhag. Við Ísland er vindálag meira og þá sérstaklega eru slæm veður tíðari en í samkeppnislöndunum. Í Noregi er eldi ekki stundað þar sem ölduhæð er meiri en 2-3 metrar og straumar meiri en 50 cm/sek. Gera má ráð fyrir að bæði ölduhæð og straumur geti orðið meiri hér við land. Það má því gera ráð fyrir meira sliti á búnaði og fleiri tjónum, m.a. að fiskur sleppi. Hægt er að draga verulega úr líkum á tjónum með því að hafa öflugar sjókvíar en við það eykst kostnaður.

Þegar aðstæður til seiðaeldis eru bornar saman við það sem gerist hjá samkeppnislöndum eru aðstæður hér á landi ekki lakari. Aðstæður til seiðaeldis eru t.d. góðar á Reykjanesi þar sem 7°C heitur jarðsjór er allt árið. Þetta hitastig er heppilegt fyrir stóran klakfisk og hrogn. Fyrir seiðin er síðan hægt að hita jarðsjóinn upp í kjörhitastig með jarðvarma. Samkeppnislönd geta að vísu notað tiltölulega heitan djúpsjó á veturna, en þau vantar jarðhita til að hita sjóinn upp þegar þess þarf. Ávinningur af nýtingu jarðhitans kann þó að minnka með meiri endurnýtingu á eldisvatninu í framtíðinni. Erlendis eru meiri sveiflur í sjávarhita og hreinleika eldissjávar sérstaklega þegar notaður er yfirborðssjór.



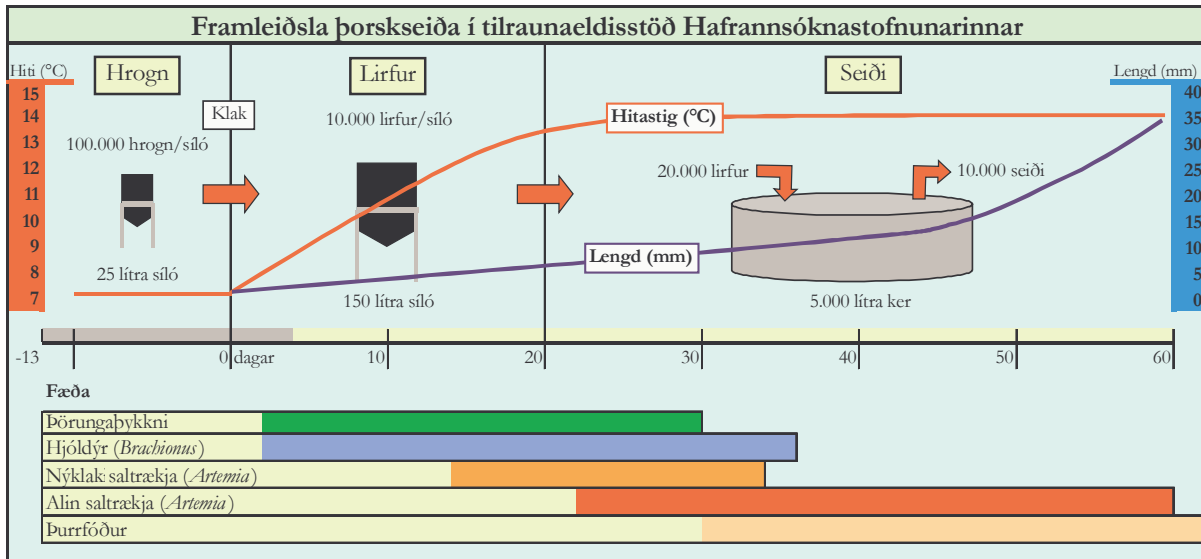
12. mynd. Ísvísitala Koch's á tímabilinu 1880 - 1996. (Heimild: Jón Elvar Wallevik og Hjalti Sigurjónsson 1998: *The Koch Index. Formulation, corrections and extension. Veðurstofa Íslands*).

3.3 Seiðaeldi

Í dag eru að mestu notuð hrogn úr villtum þorski og er því eingöngu um að ræða einn hrygningarhóp. Með tilkomu kynbótastöðva er byggður upp stofn sem síðan er notaður við öflun hroгна. Til að tryggja sem besta nýtingu á eldisrými seiðaeldisstöðva er hrygningartíma þorsksins stjórnað með ljósastýringu. Þannig er hægt að hafa nokkra hrygningarhópa á ári.

Á 13. mynd er yfirlit yfir ferli við framleiðslu þorskseiða hjá Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar. Hrogn eru höfð við 7°C og klekjast lirfurnar þá út á tveimur vikum. Lirfurnar eru síðan fluttar í svört síló og fóðraðar með hjóldýrum (*Brachionus plicatilis*). Þremur vikum síðar eru lirfurnar fluttar í eldisker og fóðraðar með saltrækju (*Artemia salina*), sem er talsvert stærri bráð en hjóldýrin. Nokkru seinna er örfínu þurrfóðri bætt á matseðilinn og hlutdeild þess aukin jafnt og þétt þar til seiðin eru orðin vön þurrfóðrinu, 8-9 vikna gömul.

Við þróun á þorskseiðaeldi er höfð að leiðarljósi tækni og reynsla af seiðaeldi á barra (*sea bass*) og brama (*sea bream*). Þar hefur verið náð góðum tókum á eldinu og árlega framleidd nokkur hundruð milljón seiði. Það sem einkennir þorskseiðaeldi er langur tími sem þarf að fóðra lirfur með lifandi fæðudýrum. Af því hlýst verulegur kostnaður og er því unnið að því að hefja sem fyrst fóðrun með þurrfóðri. Ennþá eru mikil afföll í eldinu og unnið er að því að bæta framleiðsluferlið og lækka kostnað.



13. mynd. Yfirlit yfir framleiðsluferli þorskseiða hjá Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar (Heimild: Agnar Steinarsson, Hafrannsóknastofnunin).

3.5 Eldisaðferðir: Kostir og gallar

Tvær meginleiðir eru í þorskeldi: Annarsvegar að fanga og ala villtan þorsk (áframeldi) og hins vegar framleiðsla á eldisþorski allt frá klaki að markaðsstærð (aleldi). Þessum tveimur aðferðum er síðan hægt að skipta í fjóra meginflokka:

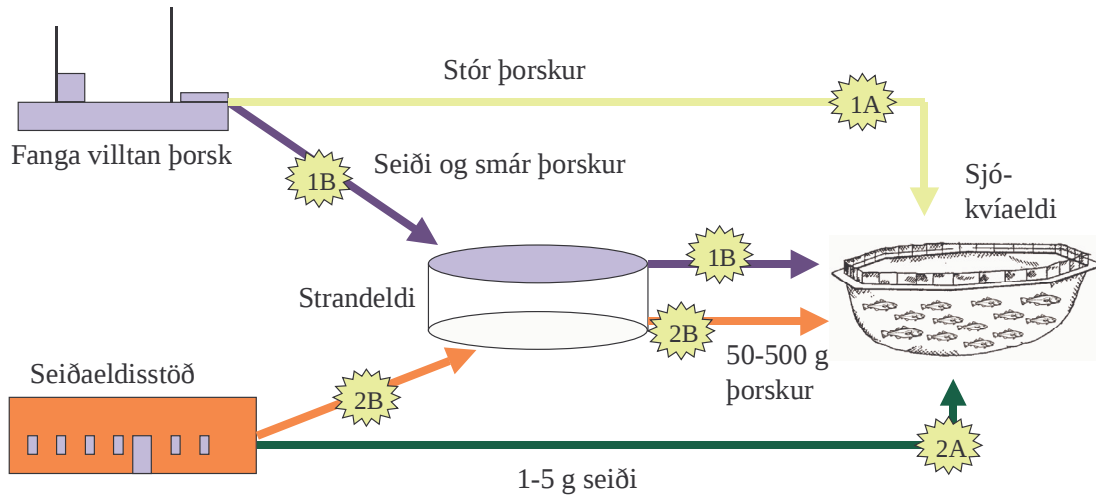
- 1A Að fanga þorsk á veiðislóð og ala hann í sjókvíum í lengri eða skemmri tíma eftir aðstæðum.
- 1B Að fanga undirmálsfisk eða jafnvel seiði að hausti og færa í strandeldisstöð. Fiskurinn er alinn þar yfir vetrarmánuðina fram til næsta vors og er þá fluttur í sjókvíar og fóðraður þar til markaðsstærð er náð.
- 2A Að kletka út þorsklirfur í sérstökum seiðaeldisstöðvum og setja í sjókvíar á skjólgóðum stöðum þegar ákveðinni stærð er náð.
- 2B Að kletka út þorsklirfur í sérstökum seiðaeldisstöðvum og ala síðan seiðin í strandeldi þar til þau ná stærð og þroska til að fara í sjókvíar (14. mynd).

Aðferð 1A - Eldi á villtum þorski í sjókvíum

Það eru ýmsir kostir og gallar fylgjandi þessum fjórum mismunandi eldisaðferðum. Helsti gallinn við aðferðir sem byggja á að fanga villtan þorsk til áframeldis er ótryggt aðgengi að fiski af ákveðinni stærð. Það má að hluta til skýra með því að ekki hafi verið notuð nógu öflug skip og að flutningstæknin hafi verið ófullnægjandi. Aðgangur að villtum þorski í eldi er háður stofnstærð hverju sinni og verði á fiskinum sem fæst fyrir hann við aðra afsetningu. Auðveldara er að tryggja jafnt framboð af þorskeldisseiðum en á villtum þorski.

Oftast er villtur þorskur fangaður á vorin og alinn fram á haust eða fyrri hluta vetrar. Á þessum tíma er að minnsta kosti hægt að tvöfalda þyngd hans og breyta horuðum fiski í holdmikinn fisk sem nýtist vel í vinnslu. Í þeim tilvikum sem fiskurinn

er alinn yfir vetramánuðina geta allt að 100% þeirra orðið kynþroska og hrygnt fljótlega eftir áramót. Við það dregur verulega úr vexti, fódurnýtingin minnkar og framleiðslukostnaðurinn eykst. Það er þó hægt að seinka hrygningartímanum um nokkra mánuði með stöðugri sterkri lýsingu í sjókvíarnar. Erfiðlega hefur gengið að fá stóran villtan þorsk til að taka þurrfóður. Hann hefur því verið fóðraður með heilum fiski, votfóðri eða deigfóðri.



14. mynd. Mismunandi framleiðsluaðferðir í þorskeldi.

Stærsti gallinn við eldi á villtum þorski er að með þessari aðferð er framleiðandinn ekki að koma sér upp bústofni til framtíðar, heldur eru á hverju ári veiddir einstaklingar með ólíkan uppruna og eiginleika til vaxtar. Hins vegar er þessi aðferð hentug í dag meðan verð á eldisseiðum er mun hærra en kostar að fanga villtan þorsk til áframeldis. Með því að ráðast í framleiðslu á þorskseiðum í sérhæfðum seiðaeldisstöðvum snýst málið við, því að þá er horfið frá veiðunum og tekið til við hefðbundinn búskap. Byggður er upp kynbættur stofn til undaneldis, þar sem valið er t.d. fyrir miklum vaxtarhraða.

Helsti kosturinn við áframeldi á villtum þorski í sjókvímum umfram veiðar er að betur er hægt að tryggja framboð á ferskum fiski. Þegar gerðir eru samningar við erlenda kaupendur um ákveðið magn af ferskum fiski í hverri viku er hægt að grípa til eldisfisks þegar óveður hamlar veiðum. Velgengni við sölu á ferskum fiski kemur ekki eingöngu til af gæðum vörunnar, heldur vega þjónusta og öryggi við afhendingu einnig þungt.

Aðferð 1B - Eldi á villtum þorski í strandeldi og síðan sjókvímum

Það eru einkum tveir kostir við að fanga seiði til eldis í staðinn fyrir stærri fisk. Með því að fanga þorskseiði á fyrsta ári er fiskurinn tekinn á þeim tíma sem náttúruleg afföll eru mest og stór hluti af honum mun drepast hvort sem er.

Þorskseiðin er síðan hægt að ala í strandeldi við kjöraðstæður þar til þau hafa náð heppilegri stærð til að verða sett í sjókvíar. Einnig er hægt að ala seiðin í sjókvímum á skjólgóðum stöðum. Ókosturinn við það er að við slíkar aðstæður hér á landi er hitastig sjávar lágt yfir vetramánuðina og er því ekki að vænta þess að seiðin vaxi mikið.

Aðferð 2A - Framleiðsla þorskseiða og matfiskeldi í sjókvíum

Matfiskeldi á þorski er í örri þróun og eru uppi ýmsar hugmyndir um við hvaða stærð er best að setja seiði í sjókvíar. Stefnt er að því að koma seiðunum sem fyrst úr dýru eldisrými í seiðaeldisstöðvum yfir í ódýrara rými í sjókvíaeldisstöð. Með þessu má lækka framleiðslukostnað verulega. Í Noregi, Kanada og Skotlandi eru uppi hugmyndir um að setja seiði sem eru um og undir 5 g í sjókvíar. Til að þetta gangi eftir þarf gott skjól og hátt sjávarhitastig. Lítil seiði þola ekki mikinn straumhraða eða veðurhæð og takmarkast þessi aðferð því við svæði þar sem skjól er gott. Kjörhitastig hjá smáum þorski er tiltölulega hátt og lækkar það síðan með aukinni stærð. Þar sem sjávarhiti við Ísland er mjög lágur á skjólgóðum stöðum yfir vetrarmánuðina takmarkast þessi aðferð við heitustu mánuðina. Í Noregi og Skotlandi þar sem sjávarhiti er mun hærri og skjólstaðir fleiri er væntanlega hægt að setja seiði í sjókvíar flesta mánuði ársins. Þannig er hægt að tryggja hámarksnýtingu á seiðaeldisstöðvunum og fá fram marga hrygningarhópa yfir árið.

Eins og er með villtan þorsk í áframeldi eru töluverð vandamál tengd ótímabærum kynþroska. Hátt í 100% þorsksins geta orðið kynþroska 20-24 mánuðum eftir klak eða þegar hann er aðeins 1,5-2,5 kg. Erlendis eins og í Noregi er stefnt að því að hafa seiðin nokkur hundruð grömm seinnihluta vetrar og þá með lágu kynþroskahlutfalli. Það er síðan stefnt að því að ná fiskinum upp í markaðsstærð í lok annars aldursárs og í byrjun þess þriðja. Það hefur þó ekki verið sýnt fram á að þessi aðferð gangi upp. Í framtíðinni má gera ráð fyrir að með kynbótum verði hægt að draga verulega úr hlutfalli kynþroska fisks í eldinu.

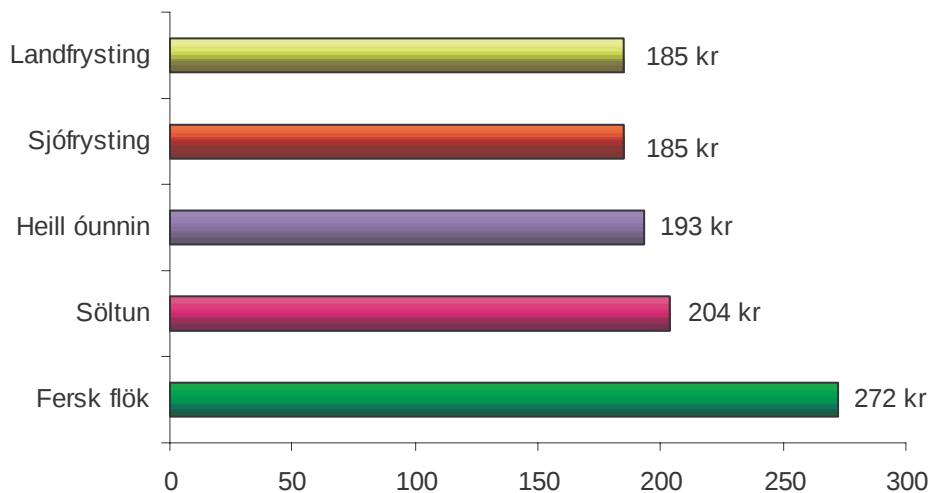
Aðferð 2B - Framleiðsla þorskseiða, stórseiði í strandeldi og matfiskeldi í sjókvíum

Á köldum svæðum eins og við norðanvert landið getur verið heppilegt að setja út stórseiði. Þá er fiskurinn fyrst alinn í seiðaeldisstöð og þegar ákveðinni stærð er náð, t.d. 1-5 g er hann fluttur í strandeldisstöð. Þar er hann alinn upp í um 300 g áður en hann fer í sjókvíar. Margar útgáfur geta hugsanlega verið á þessu framleiðsluferli, t.d. að smærri stórseiði séu sett í sjókvíar á sumrin en stærri yfir vetrarmánuðina.

4. Arðsemi þorskeldis

4.1 Markaðsmál

Eldisafurðir eru oftast seldar ferskar úr landi og er líklegt að sú verði einnig raunin með eldisþorsk, að minnsta kosti fyrst í stað. Neytendur eru yfirleitt tilbúnir að greiða hærra verð fyrir ferskar og kældar afurðir en fyrir t.d. frystar afurðir (15. mynd). Til að leggja mat á hvaða ráðstöfun afla skilar mestum verðmætum á veitt kg var aflamagni deilt í útflutningsverðmæti sömu afurðaflokka. Greinilega kemur fram að fersk flök í flug eru að skila langmestum verðmætum á hvert kg hráefnis eða 272 kr/kg, meðan landfrysting, sjófrysting og söltun eru á svipuðu róli.

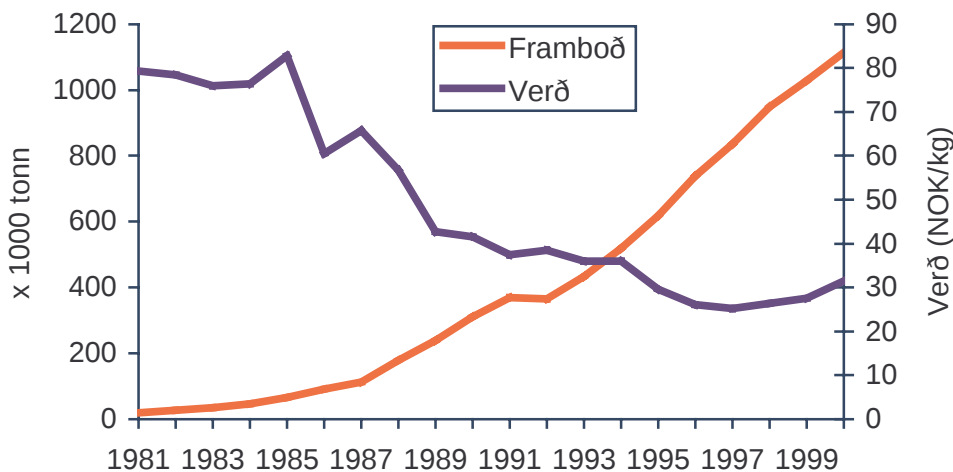


15. mynd. Útflutningsverðmæti þorsks á hvert kg hráefnis upp úr sjó á árinu 2001 (Heimild: AVS Stýrihópur - Skýrsla til sjávarútvegsráðherra, 5 ára áttak til að auka verðmæti sjávarfangs, sjávarútvegsráðuneytið 2002)

Fiskeldi hefur gjörbreytt möguleikum kaupenda. Kvótar eða veðurfar takmarka ekki framboð eins og raunin er með villtar afurðir. Kaupendur geta fengið sömu stærð af fiski, stöðug og jöfn gæði og sama holdafar allt árið og líklegt er að meðferð við slátrun tryggi betri gæði en raunin er með veiðar á villtum fiski. Þessir kostir eldisþorsks munu betur tryggja gæði og öryggi í afhendingu á ferskum þorski frá Íslandi. Stöðugt framboð skiptir dreifendur matvæla oft meira máli en beinn samanburður á biti og bragði. Á níunda áratugnum þegar fyrsta tilraun var gerð að uppbyggingu þorskeldis í Noregi komu upp nokkur vandamál með gæði eldisþorsks. Þegar eldisþorskur var borinn saman við villtan þorsk, kom fram að hann var frábrugðinn í gæðum í eftirtöldum þáttum: stór lifur, þynnra þunnildi, dekkri roðlitur, seigara hold, afbrigðilegt bragð, lágt pH-gildi í vöðva og einnig kom fram að hann hentaði illa til frystingar. Nýrri rannsóknir sýna að gæði eldisþorsks eru í megindrættum mikil, þó að einstök frávik séu frá því sem almennt er hjá villta þorskinum. Jákvæðir þættir fyrir eldisþorsk eru að hann er holdmeiri, með betri flakanýtingu og stærri hluti hans fer í hærri verðflokk. Framboð á eldisþorski er lítið og

er oft greitt hærra verð fyrir hann en villtan þorsk en óvíst er hvort það haldi með auknu framboði á eldisfiski.

Þó svo að samamburður á eldistegundum og villtum tegundum sé oftast þeim villtu í hag segir reynslan annað þegar á markað er komið. Neysla á eldistegundum hefur t.d. aukist í Bandaríkjunum á síðustu árum á meðan villtar tegundir hafa staðið í stað eða fallið. Kemur þar bæði til að framboð af villtum fiski hefur dregist saman með minni veiði á meðan að framboð af eldisfiski hefur aukist og jafnframt mætt kröfum markaðarins. Það er full ástæða að velta því fyrir sér hvað muni gerast ef okkur tekst ekki að byggja upp þorskeldi og samkeppnislönd koma með verulegt framboð af eldisþorski. Í dag er óljóst hvaða stöðu eldisþorskur muni hafa gagnvart villtum þorski í framtíðinni. Það má þó benda á þá þróun sem hefur átt sér stað á laxamörkuðum á síðustu árum þar sem eldislax hefur m.a. verið leiðandi í markaðsverði. Samfara auknu framboði af eldisfiski hefur markaðsverð á viðkomandi tegund farið lækkanði. Þegar laxeldi hófst á sínum tíma var markaðsverð hátt en fór síðan lækkanði með auknu framboði (16. mynd). Hagræðing í greininni lækkaði framleiðslukostnað og gaf kost á verulegri lækkun á markaðsverði.



16. mynd. Samhengi á milli verðs og framboðs á laxi. (Heimild: Frank Asche and Ragnar Tveterås, 2002. Oppdrettstorks: Nisjeprodukt eller commodity? www.seafood.no/aktuelt/foredrag).

Í dag, við upphaf þorskeldis, er markaðsverð í sögulegu hámarki en þrátt fyrir það er framleiðslukostnaður of hár. Það þarf því að ná góðum tókum á eldinu til að eiga möguleika á hagnaði. Einnig má vænta þess að með aukinni framleiðslu á eldisþorski muni markaðsverð almennt lækka, bæði á eldisfiski sem og villtum þorski. Þegar upp er staðið er það framleiðslukostnaðurinn sem ræður samkeppnishæfni sambærilegra afurða á markaði og þau lönd sem geta framleitt eldisþorsk á lægsta verði standa best að vígi. Markaðsverð gefur eingöngu vísbendingu um tekjuvon á hverjum tíma en er ekki mælikvarði á arðsemi þegar til lengri tíma er litið.

4.2 Áætlaður framleiðslukostnaður og arðsemi þorskeldis

Í dag eru taldar meiri líkur á að áframeldi á villtum þorski sé hagkvæmara en matfiskeldi (aleldi). Það stafar einkum af háum framleiðslukostnaði á eldisseiðum. Það er þó ljóst að með kynbótum mun eldisþorskurinn fljótt öðlast eiginleika sem munu gera hann að betri eldisfiski og lækka framleiðslukostnað. Eldi á villtum þorski er því trúlega tímabundin lausn á meðan verið er að ná framförum í kynbótastarfinu.

Með því að fanga villtan þorsk og setja í eldi má á stuttum tíma auka verðmæti hans verulega. Hagnaðurinn byggist á því að halda kostnaðinum við föngun niðri, auka þyngd fisksins í eldi og selja á háu verði. Ef villtur þorskur er t.d. keyptur á 125 kr/kg og seldur á 200 kr/kg fæst 75 kr/kg herra verð fyrir upphafsþyngdina. Rök fyrir herra verði eru að fiskurinn er stærri, holdmeiri og hægt að stjórna framboði og selja þegar verð er hæst.

Reynsla af þorskeldi er takmörkuð og er því aðallega stuðst við reynslutölur úr laxeldi þegar meta á arðsemi eldisins. Norskar athuganir benda til þess að þorskeldi verði ekki stundað með arðbærum hætti nema í stórum eldisstöðvum sem framleiða a.m.k. 2 – 3 þúsund tonn á ári (2. tafla). Þessi framleiðsla samsvarar því að um 1 milljón eldisseiða sé sett í kvíar á hverju ári. Gert er ráð fyrir að sett séu 120 g seiði í sjókví og þeim slátrað eftir 20 mánuði þá um 3,5 kg miðað við óslægðan fisk. Í útreikningnum er gengið út frá því að kaupa seiðin á 8 – 10 NOK/stk. Til að ná því verður að byggja stórar seiðaeldisstöðvar sem geta framleitt milljónir seiða á ári. Í norska dæminu er gert ráð fyrir að eldisstöð sem hefur 12.000 m³ eldisrými og þéttni upp á 25 kg/m³ framleiði óslægðan þorsk á 20,67 NOK/kg. Með því að stækka eldisstöðina upp í 36.000 m³ næst stærðarhagkvæmni og framleiðslukostnaðurinn fer niður í tæpar 17 NOK/kg. Ef miðað er við 50 kg/m³ er hægt að ná framleiðslukostnaðinum niður í um 14,5 NOK/kg. Ekki er vitað hvort svo mikill þéttleiki sé raunhæfur og hvort hann verði heimilaður. Tilraunir í þorskeldi á næstu árum munu fljótt leiða í ljós hver raunverulegur framleiðslukostnaður er í þorskeldi og hvort vænta megi arðsemi af rekstrinum. Það er þó ljóst að framleiðslukostnaður á Íslandi, miðað við núverandi forsendur, muni að öllum líkindum vera hærri en hjá Norðmönnum. Mikil vinna er því framundan hér á landi við lækun framleiðslukostnaðar.

2. tafla. Áætlaður framleiðslukostnaður á óslægðum þorski í norsku þorskeldi. Miðað er við gengi frá 22. nóv. þar sem ein norsk kóna er 11,8 ÍKR (Torskeutredning for SND – KPMG – Mars 2000).

	Stærð (m ³)	Fóður- kost.	Vöxtur mán.	Þéttleiki (kg/ m ³)	NOK/kg	ISK/kg
Raun dæmi	12.000	100%	20	25	20,67	244
a) Stærri eining	36.000	100%	20	25	16,72	197
b) a + aukinn þéttleiki	36.000	100%	20	50	14,56	172
c) b + minni fóðurstærð + meiri vöxtur	36.000	70%	15	50	11,18	132

Á það hefur verið bent að þegar arðsemi þorskeldis er metin þurfi einnig að meta samlegðaráhrif vinnslu, veiða og eldis og í þeirri heildarmynd gæti þorskeldi verið áhugavert fyrir sjávarútvegsfyrirtæki. Þó að þorskeldi eitt og sér sé ekki arðbært geti það verið hagkvæmt þar sem það getur styrkt aðra þætti í rekstri fyrirtækisins. Í því sambandi

má nefna að hægt er að nota eldisfisk þegar skortur er á villtum þorski og þannig unnt að tryggja samfellda vinnslu og framboð á ferskum fiski.

4.3 Samkeppnishæfni Íslands í þorskeldi

Í 3. töflu er reynt að skilgreina stöðu Íslands gagnvart helstu samkeppnislöndum. Teknir eru fyrir helstu verkþættir eða kostnaðarliðir við matið. Þorskeldi er ennþá á þróunarstigi og það skal haft í huga að margar forsendur eru óljósar. Taflan sýnir því gróft mat á samkeppnisstöðu okkar gagnvart helstu keppinautum og frekar er stuðst við varkárar forsendur þegar þær eru óljósar. Til að lesandinn átti sig á vægi einstakra þátta er stuðst við tölur úr norsku laxeldi til að sýna stærðargráður einstakra kostnaðarliða. Sambærileg tækni er notuð við matfiskeldi á þorski eins og á laxi. Það má því gera ráð fyrir því í framtíðinni að framleiðslukostnaður verði svipaður í þorskeldi og laxeldi.

3. tafla. Samanburður á samkeppnishæfni þorskeldis á Íslandi, Noregi, Kanada og Skotlandi. Grænt = Staða okkar betri en samkeppnisaðila. Gult = Sambærilegt við það sem gerist hjá samkeppnislöndum. Rautt = Þættir sem eru okkur í óhag. Stuðst er við kostnaðartölur úr norsku laxeldi frá árinu 2001 fengið frá norsku fiskistofunni til að sýna stærðargráður á einstökum liðum. Kostnaðartölur eru í íslenskum krónum og er miðað við gengi frá 22. nóvember þar sem ein norsk króna var 11,8 ÍKR.

Kostnaðartölur eru gefnar upp í heilum krónum á kíló.

	Ísland	Noregur	Skotland	Kanada	kr/kg	%
Seiðakostn.(<5 g)						
Seiðakostn.(>5-100)					25	14
Fóðurkostnaður					95	51
Launakostnaður					15	8
Annar kostnaður					35	19
Afskriftir/stofnkost.					10	5
Fjármagnskostnaður					5	3
Slátrun og innl. flutn.						
Vinnsla						
Flutningskostnaður						
Markaðsetning						

Skýringar:

Seiðakostnaður (25 kr/kg, 14% af framleiðslukostnaði)

Samanborið við önnur lönd við Norður-Atlantshaf eru möguleikar á Íslandi til framleiðslu þorskseiða síst lakari. Hér vegur þyngst aðgangur að jarðvarma og hreinum jarðsjó. Með sambærilegri þekkingu og færni eigum við að geta framleitt þorskseiði á svipuðu eða lægra verði en hægt er í samkeppnislöndunum.

Aftur á móti er væntanlega dýrara að framleiða stórseiði á Íslandi en í samkeppnislöndunum. Það kemur til af því að samkeppnisaðilar geta væntanlega tekið lítil seiði úr dýru eldisrými seiðaeldisstöðva og flutt yfir í sjókvíar stóran hluta af árinu. Hér á landi þyrfti væntanlega að setja seiðin fyrst í dýrt rými strandeldisstöðva áður en þau færu í ódýrt rými sjókvíaeldisstöðva.

Fóðurkostnaður (95 kr/kg, 51% af framleiðslukostnaði)

Á Íslandi er hráefni fyrir hendi til að framleiða nokkur hundruð þúsund tonn af eldisfiski. Þar sem hráefni til fóðurgerðar er selt á heimsmarkaðsverði er ekki að vænta að fóður geti orðið ódýrara á Íslandi en í samkeppnislöndunum. Það er þó hugsanlegt að fóðurnýting verði betri hér á landi en í heitari löndum þar sem kjörhitastig fyrir fóðurnýtingu er lægra en kjörhitastig fyrir vöxt. Það yrði jákvætt fyrir samkeppnishæfni okkar þar sem fóðurkostnaður er u.þ.b. 50% af framleiðslukostnaði í þorskeldi.

Aðstæður til sjókvíaeldis á Íslandi eru tiltölulega erfiðar og reynslan úr laxeldi sýnir að afföll á eldisfiski eru meiri en hjá samkeppnisaðilunum. Ef ekki tekst að ná tökum á sjókvíaeldinu og draga úr afföllum verður fóðurnýtingin lakari en í samkeppnislöndunum. Mikil afföll hækka einnig aðra kostnaðarliði eins og t.d. seiðakostnað, launakostnað o.s.frv.

Launakostnaður (15 kr/kg, 8% af framleiðslukostnaði)

Með aukinni tæknivæðingu á síðustu árum hefur launakostnaður í sjókvíaeldi lækkað verulega. Vaxtarhraði á eldisþorski er minni á Íslandi en í samkeppnislöndunum og eru því meiri birgðir af fiski í sjó og því þarf að leggja fram meiri vinnu við hvert tonn sem framleitt er. Þessi kostnaðarliður vegur aftur á móti mun minna en fóðurkostnaður.

Annar kostnaður (35 kr/kg, 19% af framleiðslukostnaði)

Hér er um að ræða kostnað eins og tryggingar, viðhald, stjórnunarkostnað og síma. Hugsanlegt er að kostnaður vegna trygginga verði hærri hér á landi. Það er rökstutt með því að aðstæður til fiskeldis eru erfiðari hér á landi en í samkeppnislöndunum, tjón eru því væntalega tíðari með tilheyrandi hækkun iðgjalda.

Afskriftir og fjármagnskostnaður (15 kr/kg, 8% af framleiðslukostnaði)

Þar sem aðstæður eru erfiðari til sjókvíaeldis á Íslandi en í samkeppnislöndunum þarf að fjárfesta í dýrari búnaði. Dýrari búnaður leiðir til hærri afskrifta og meiri fjármagnskostnaðar. Hægari vöxtur veldur því að það þarf að hafa meiri birgðir af fiski í sjó á hverjum tíma sem leiðir til þess að fjárbindingin verður meiri og fjármagnskostnaður eykst. Það skal haft í huga að afskriftir og fjármagnskostnaður í þorskeldi á Íslandi verður að öllum líkindum hærri en fram kemur í töflu 3. Ástæðan fyrir því er sú að stór hluti norskra fiskeldisstöðva er afskrifaður og ekki er heldur tekið tillit til ávöxtunar af eigin fé.

Flutningskostnaður

Ísland er í meiri fjarlægð frá markaðssvæðum og er því flutningskostnaður hærri en í flestum samkeppnislöndunum. Þó ber að hafa í huga að flutningskostnaður vegur hlutfallslega minna eftir því sem markaðsverð afurðarinnar er hærri. Markaður fyrir ferskar þorskafurðir er takmarkaður og mun því með auknu þorskeldi verða farið í meira mæli út í frekari vinnslu, eins og t.d. frystingu, en þrátt fyrir þá verðlækkun sem það mundi hafa í för með sér verður ávinningur af þessu meiri vegna ódýrari flutningsaðferða.

Slátrun, vinnsla og markaðssetning

Gera má ráð fyrir því að kostnaður vegna slátrunar á þorski verði svipaður og í samkeppnislöndunum. Við vinnslu þorskafurða hafa Íslendingar sýnt frumkvæði og haft forustu við vinnslu og markaðssetningu á vissum afurðum. Íslendingar hafa sterka stöðu á stærstu mörkuðum fyrir bolfisk og eiga öflug fisksölufyrirtæki með starfsemi erlendis. Sú staða fékkst með samvinnu framleiðenda við að setja gæðastaðla, stunda vöruþróun og standa sameiginlega að markaðssetningu. Kaupendur hafa yfirleitt geta gengið út frá miklum gæðum íslenskra sjávarafurða og áreiðanleika við afhendingar. Það má því gera ráð fyrir að við getum haft ákveðið forskot við vinnslu og markaðssetningu á eldisþorski ef rétt yrði að málum staðið.

Aðrir þættir geta haft áhrif á samkeppnishæfni Íslendinga og má þar nefna menntamál, heilbrigðiseftirlit með fiski og rannsókn- og þróunarvinnu. Þar sem við stöndum tiltölulega framarlega á þessum sviðum er ekki talið að það hafi neikvæð áhrif á samkeppnishæfni íslensks þorskeldis.

5. Rannsókn- og þróunarverkefni

5.1 Stefnumótunarfundur

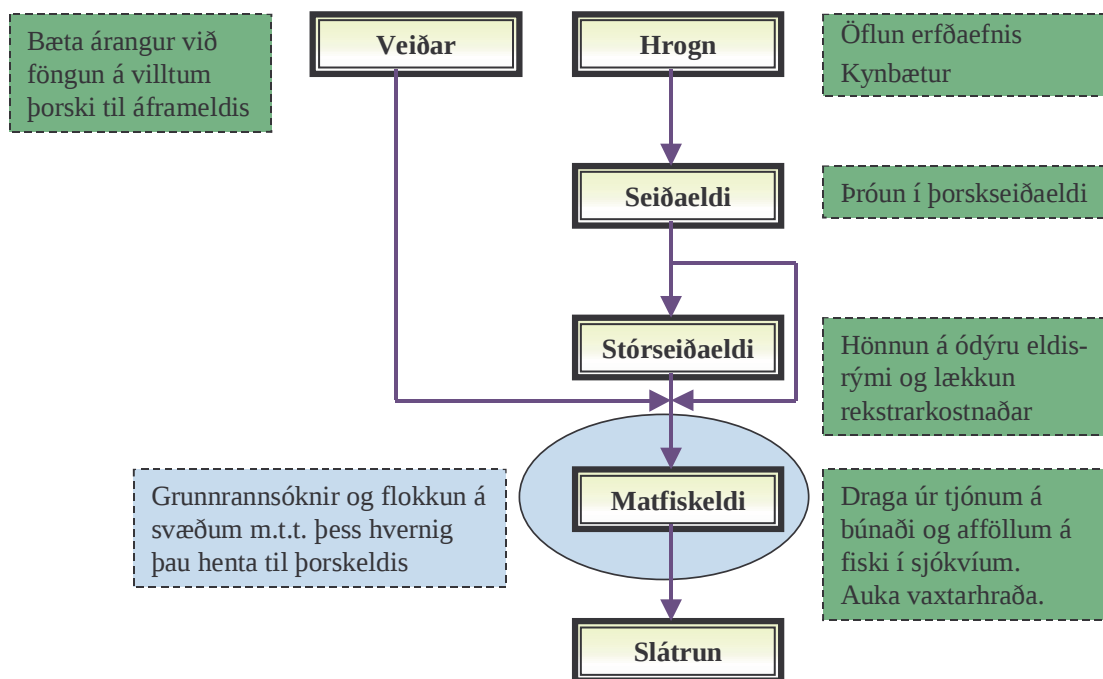
Til að skilgreina mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni var haldinn stefnumótunarfundur í Reykholti í Borgarfirði 17.-18. október 2002. Á þennan fund mættu rúmlega 70 manns, sérfræðingar, athafnamenn og fulltrúar stjórnsýslu, ýmissa samtaka, háskóla, rannsóknastofnana og lánastofnana. Á fundinum voru samin drög að stefnumótun í rannsókn- og þróunarvinnu í þorskeldi sem síðan voru unnin áfram. Yfirlit yfir þessi verkefni er að finna í 4. töflu og nánari upplýsingar um einstök rannsókn- og þróunarverkefni er að finna í Viðauka 1. Þar er einnig að finna tillögur um þá sem gera eiga rannsóknirnar og hugsanlega fjármögnun. Í Viðauka 2 er að finna yfirlit yfir þátttakendur á stefnumótunarfundinum.

4. tafla. Yfirlit yfir helstu rannsókn- og þróunarverkefni í þorskeldi á Íslandi.	
Kynbætur	Föngun
➤ Öflun erfðaefnis. ➤ Samanburður stofneininga. ➤ Kynbætur á þorski.	➤ Rannsóknir á útbreiðslu og lífsháttum 0-3 ára þorsks á grunnsævi (<50 m). ➤ Vísindaleg ráðgjöf um umfang og áhrif seiðaveiða til eldis. ➤ Rannsóknir á áhrifum veiðitækni og umhverfispáttá á lifun. ➤ Veiðarfærarannsóknir, hönnun og þróun. ➤ Flutningur á lifandi þorski.
Seiðaeildi	
➤ Eldi á klakfiski. ➤ Seiðaframleiðsla. ➤ Stórseiðaeildi frá 10g í 300g.	
Matfiskeldi	Umhverfis- og skipulagsmál
➤ Afföll í sjókvíum. ➤ Hönnun og prófun á sjókvíum. ➤ Ljósastýring til að draga úr kynþroska. ➤ Hönnun á fæðunarbúnaði.	➤ Samhæfing ákvarðanatöku og viðmið í opinberu eftirliti. ➤ Skipta landinu í eldissvæði. ➤ Heildarskipulag fyrir skilgreind eldissvæði. ➤ Vöktunarrannsóknir á eitruðum þörungum og öðrum lífverum sem geta valdið tjóni. ➤ Framkvæma áhættumat og skilgreina fyrirbyggjandi aðgerðir til að draga úr hættu á erfðablöndun.
Gæði, slátrun og vinnsla	Fóðurrannsóknir og heilbrigðismál
➤ Athuga mikilvægi kælingar við slátrun eldisþorsks. ➤ Kanna áhrif sveltítíma á holdgæði eldisþorsks. ➤ Athuga þroska kynkirtla (hrogn og svil) eldisþorsks eftir árstíma. ➤ Rannsaka samspil fóðurs og gæða. ➤ Kanna sníkjudýr í eldisþorski. ➤ Rannsaka gæðamun á eldisþorski, þorski úr áframeldi og villtum þorski. ➤ Útbúa samræmda gæðastaðla fyrir eldisþorsk.	➤ Fóðurrannsóknir. ➤ Vöktun og skilgreining sjúkdóma við íslenskar aðstæður. ➤ Stöðugleiki umhverfis: Rannsaka normalflóru, hvernig hægt er að stjórna flórunni og streituálagi. ➤ Almennar rannsóknir á ónæmiskerfi þorsks. ➤ Rannsóknir á eiginleikum skilgreindra sjúkdóma og áhrifum einstakra sýkipáttá í þorski. ➤ Þróun bóluefna og aðferðafræði.
Markaðsmál	Framleiðslukostnaður og arðsemi
➤ Tilhögun markaðssetningar. ➤ Eldisþorskur á markaði í samanburði við villtan þorsk. ➤ Stærð markaðar og verðþróun. ➤ Markaðsgreining samkeppnisvara.	➤ Arðsemislíkan. ➤ Kosnaðargreining í seiðaeildi. ➤ Lækkun á framleiðslukostnaði á stórseiðum. ➤ Kostnaðargreining í sjókvíaeildi.

5.2 Mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni

Forsendan fyrir því að hægt verði að byggja upp þorskeldi á Íslandi er að okkur takist að framleiða eldisþorsk og koma honum á markað með sama eða lægri kostnaði en samkeppnislöndin gera. Til að fjármunir nýtist sem best við uppbyggingu þorskeldis er mikilvægt að afmarka þau verkefni sem líklegust eru til að skila mestum ávinningi fyrir greinina. Í því sambandi er eðlilegt að megináhersla verði lögð á rannsókn- og þróunarvinnu á þeim þáttum sem okkur eru í óhag og finna lausnir sem henta náttúrulegum aðstæðum á Íslandi. Niðurstöður úr rannsókn- og þróunarvinnu í þorskeldi á næstu árum verða að svara þeirri spurningu hvort mögulegt sé að vera með samkeppnishæft þorskeldi á Íslandi.

Á 17. mynd er yfirlit yfir mikilvægustu rannsókn- og þróunarverkefni að mati þorskeldishópsins.



17. mynd. Yfirlit yfir mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni.

I. Náttúrulegar aðstæður til þorskeldis og eldistækni

a) Draga úr tjónum á búnaði og afföllum á fiski í sjókvíum

Þar sem markaðsverð á þorski er lágt mun matfiskeldi á þorski verða stundað í sjókvíum. Hjá samkeppnislöndunum er lögð áhersla á að koma seiðunum sem fyrst úr dýru eldisrými seiðaeldisstöðva yfir í ódýrt eldisrými í sjókvíum. Ef bornar eru saman aðstæður til þorskeldis á Íslandi og í samkeppnislöndunum er meginmunur á þeim hluta eldisferlisins sem fer fram í sjókvíum okkur í óhag. Það er því eðlilegt að í byrjun verði mesta áherslan lögð á að ná tökum á

Mælt er með því að myndaður verði faghópur með þáttöku Hafrannsóknastofnunarinnar, Siglingamálastofnunar, Veðurstofu Íslands, verkfræðistofa, sjávarútvegsfyrirtækja o.fl. sem vinni að framgangi þessara mála.

eldi þorsks í sjókvíum, bæði á smáum seiðum og stærri fiski. Skipta þarf landinu í eldissvæði og taka þarf saman fyrirbyggjandi gögn fyrir hvert eldissvæði og framkvæma grunnrannsóknir í minnst eitt ár til að afla þeirra gagna sem nauðsynleg eru til að geta metið svæðið m.t.t. fiskeldis. Lögð skal áhersla á eftirtalin verkefni:

- Flokka möguleg eldissvæði eftir því hve vel þau henta til þorskeldis
- Hönnun og prófun á sjókvíum fyrir íslenskar aðstæður
- Kanna kulda- og sundþol þorsks við Ísland
- Gera tilraunir þar sem þorskseiði af mismunandi stærð eru sett út í sjókvíar á mismunandi árstímum við breytilegar aðstæður

b) Auka vaxtarhraða og stytta eldistímann

Þrátt fyrir að þorskur sé með tiltölulega lágt kjörhitastig eru aðstæður til eldis við norðanvert Ísland líklega lakari en í samkeppnislöndunum. Kjörhitastig þorsks lækkar eftir því sem fiskurinn stækkar og er því mikill

ávinningur af því að setja út sem stærst seiði. Þá eru fyrst framleidd stórseiði í eldisrými þar sem hægt er að stjórna umhverfispáttum. Hér eru nýting á jarðvarma og endurnýting á sjó lykilatriði. Mikilvægt er að þetta eldisrými sé ódýrt og hægt sé að halda rekstrarkostnaði í lágmarki. Við sunnanvert landið er sjávarhiti til þorskeldis hagstæður en þar vantar skjól. Þar þarf væntanlega að setja út stórseiði þar sem hætta er á að lítil seiði þoli ekki strauma og veður á opnum svæðum. Lögð skal áhersla á eftirtalin verkefni:

- Hönnun og þróun úthafskví/sökkvanlegra kvía til notkunar við sunnanvert landið
- Hönnun á ódýru eldisrými til framleiðslu stórseiða

Eðlilegt er að innan Hafrannsóknastofnunarinnar verði myndaður þverfaglegur hópur sem samhæfi og vinni markvisst að grunnrannsóknum á íslenskum fjörðum og grunnsævi með tilliti til fiskeldis.

II. Kynbætur og seiðaeldi

Kynbætur á þorski eru ein mikilvægasta forsendan fyrir samkeppnishæfni atvinnugreinarinnar við önnur lönd. Það er því mikilvægt að sem fyrst verði hafin leit að heppilegum fiski til kynbóta. Seiði verði framleidd í einni eldisstöð og þeim síðan dreift víða um landið. Gert er ráð fyrir að grunnvinnan taki 3-4 ár og niðurstöðurnar síðan notaðar til þess að skipuleggja áframhaldandi kynbætur. Samhliða verði unnið að því að ná betri tókum á umhverfispáttum í þorskseiðaeldinu til að tryggja betur áreiðanleika niðurstaðna úr mati á eiginleikum stofna og einstaklinga.

Lagt er til að stofnað verði rekstrarfélag um þetta verkefni undir forustu Stofnfisks, Fiskeldis Eyjafjaðar hf. og Hafrannsóknastofnunarinnar í samvinnu við innlendar rannsóknastofnanir og fyrirtæki.

III. Bæta árangur við að fanga villtan þrosk til áframeldis

Á næstu árum eru taldar meiri líkur á því að áframeldi á villtum þorski sé líklegra til að geta skilað arði en matfiskeldi með eldisseiðum (aleldi). Aðalhindrunin hefur verið að safna nægilega miklu af þorski á hagkvæman hátt. Hefðbundin veiðitækni tekur ekki mið af því að fanga fisk með því sem næst óskertan lífsþrótt. Það er því

Mælt er með því að myndaður verði faghópur með þátttöku sjávarútvegsfyrirtækja, veiðarfæragerða og Hafrannsóknastofnunarinnar sem vinni að framgangi þessara mála.

mikilvægt að þróa nýja tækni sem hefur það að markmiði að fanga óskaddaðan fisk sem hægt yrði að ala áfram í eldisstöð. Lögð skal áhersla á eftirtalin verkefni:

- Rannsaka áhrif veiðitækni og umhverfisþátta á lifun
- Hanna og þróa nýja tækni við veiðar á villtum þroski til áframeldis

5.3 Önnur rannsókna- og þróunarverkefni

Til að geta byggt upp þorskeldi sem atvinnugrein þarf að vera til staðar þekking og færni og stundaðar rannsóknir- og þróunarvinna á sem flestum sviðum þorskeldis. Það þarf því einnig að sinna öðrum rannsókna- og þróunarverkefnum en þeim sem talin eru upp í kaflanum hér á undan þó svo að þau séu ekki sett í forgangs röð.

Heilbrigðismál

Við uppbyggingu þorskeldis á Íslandi þarf að leggja áherslu á að efla þekkingu á sjúkdómsorsökum. Með hliðsjón af reynslu á eldi annarra tegunda, er rétt að gera ráð fyrir því að sjúkdómar í þroski skjóti upp kollinum eftir því sem eldið er stundað víðar, lengur og umfang þess eykst. Reynslan úr laxeldi sýnir að fisksjúkdómar geta valdið verulegu fjárhagslegu tjóni. Það þarf því ávallt að vera til staðar í landinu þekking og færni til að taka á þeim málum sem upp koma hverju sinni. Fisksjúkdómarannsóknir eru í meginatriðum alþjóðlegt viðfangsefni og er því eðlilegt að þær séu stundaðar í samvinnu við erlenda vísindamenn (sjá nánar um einstök rannsóknarverkefni í Viðauka 1).

Eðlilegt er að þessi verkefni verði unnin undir forustu Tilraunastöðvar Háskóla Íslands í meinafræðum að Keldum í samvinnu við erlendar og innlendar rannsóknastofnanir.

Fóðurrannsóknir

Fóðurkostnaður er stærsti einstaki kostnaðarliðurinn í þorskeldi en mjög takmarkaðar upplýsingar eru til um næringarþarfir þorsks. Þróa þarf fóður sem fullnægir næringarþörfum þorsks á mismunandi aldursskeiðum. Fóðurrannsóknir rétt eins og fisksjúkdómarannsóknir eru í meginatriðum alþjóðlegt viðfangsefni og er því eðlilegt að þær séu stundaðar í samvinnu við erlenda vísindamenn (sjá Viðauka 1).

Mælt er með að þessi verkefni verði unnin undir forustu Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins í samstarfi við innlendar og erlendar rannsóknastofnanir/fyrirtæki.

Áhrif þorskseiðaveiða á staðbundinn þorsk

Föngun á þroski til áframeldis er yfirleitt stunduð á grunnu vatni (< 50 m). Takmarkaðar upplýsingar eru til um þorsk á grunnu vatni og er því lagt til að markvisst verði farið út í að kortleggja útbreiðslu og mergð 0-3 ára þorsks meðal annars með árlegu grunnslóðarralli. Þorskseiðaveiðar geta orðið umdeildar sérstaklega í þeim árum þegar nýliðun er undir meðallagi. Það er því mikilvægt að kanna áhrif veiðanna á staðbundinn þorsk í nágrenni við veiðisvæðið (sjá Viðauka 1).

Eðlilegt er að þessar rannsóknir verði framkvæmdar af Hafrannsóknastofnuninni.

Leyfisveitingar

Leyfisveitingar til fiskeldis eru flókið ferli hér á landi og þarf að sækja um hjá mörgum aðilum áður en endanlegt leyfi fæst. Hollustuvernd ríkisins veitir þannig starfsleyfi til rekstraraðila sem hafa áform um að framleiða meira en 200 tonn á ári, heilbrigðisnefndir veita starfsleyfi til þeirra sem hafa áform um eldi undir 200 tonnum. Ef sótt er um eitt starfsleyfi þar sem áform eru um meiri framleiðslu en 200 tonn ber að tilkynna það Skipulagsstofnun, sbr. lög nr. 106/2000, sem úrskurðar hvort um matsskylda framkvæmd sé að ræða. Aftur á móti ef sami aðili sækir um nokkur starfsleyfi í sama firði sem öll eru undir 200 tonnum fer ekkert heildstætt mat fram. Það er þó túlkun Hollustuverndar ríkisins að ekki eigi að gefa út starfsleyfi fyrir meira en 200 tonn á hvert fyrirtæki án þess að tilkynna framkvæmdina til Skipulagsstofnunar. Útgáfa rekstrarleyfa til eldis ferskvatnsfiska í ferskvatni og sjó heyrir undir landbúnaðarráðuneytið (Embætti veiðimálastjóra) og útgáfa rekstrarleyfa fyrir nytjafiska sjávar heyrir undir sjávarútvegsráðuneytið (Fiskistofa). Lagt er til að leyfisveitendum verði fækkað þannig að einn aðili gefi út fullgilt leyfi að uppfylltum settum skilyrðum. Slíkt tryggir samhæfða ákvarðanatöku við leyfisveitingar og betri yfirsýn yfir nýtingu eldissvæða.

Hér er um að ræða verkefni sem verður að vinna að frumkvæði sjávarútvegsráðuneytis í samvinnu við önnur ráðuneyti og stofnanir.

Umhverfis- og skipulagsmál

Til að þorskeldi fái að þróast sem mikilvæg atvinnugrein verður að taka á umhverfismálum jafnhliða. Skipta þarf landinu í eldissvæði. Útbúa þarf heildarskipulag fyrir skilgreind eldissvæði með svæðisskipulagi í hverjum firði. Í því felst m.a. að skilgreina þarf burðarþol fyrir hvert eldissvæði og ákvarða þarf vísitæðir fyrir lífræna mengun og þungmálma.

Hér er um að ræða verkefni sem verður að vinna að frumkvæði sjávarútvegsráðuneytis í samvinnu við önnur ráðuneyti og stofnanir.

Gæðastjórnun, slátrun og vinnsla

Mikilvægt er að afla upplýsinga um gæðastaðla hjá helstu útflytjendum á eldisfiski, meta árangur einstakra landa í gæðamálum á eldislaxi, taka mið af reynslu þeirra landa sem hafa náð bestum árangri í gæðamálum eldisafurða og útbúa gæðastaðal fyrir eldisþorsk á Íslandi. Til að tryggja sem mest gæði á eldisþorski þarf að vinna rannsókn- og þróunarvinnu til að bæta framleiðsluferlið, s.s. kanna áhrif sveltítíma á holdgæði eldisþorsks. Gæðastjórnun, slátrun og vinnsla eru í meginatriðum alþjóðlegt viðfangsefni og er því eðlilegt að þær séu stundaðar í samvinnu við erlenda vísindamenn (sjá nánar um einstök rannsóknarverkefni í Viðauka 1).

Eðlilegt er að þessi verkefni verði unnin sem samstarfsverkefni sjávarútvegsfyrirtækja, Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins og Matra í samvinnu við erlendar rannsóknastofnanir.

Markaðsmál

Varðandi tilhögun markaðssetningar styður hópurinn sameiginlega uppbyggingu á ímynd Íslands og íslenskum sjávarafurðum tengdum ferskleika og gæðum, með það að markmiði að skapa afurðum sérstöðu á markaði. Mikilvægt er að láta rannsaka og skilgreina eiginleika og sérstöðu eldisþorsks og villts þorsk í markaðslegu tilliti. Hópurinn leggur einnig til að rannsökuð verði líkleg áhrif aukins framboðs eldisþorsks á verðþróun villts þorsks í framtíðinni. Aflað verður þekkingar á markaðssetningu eldisafurða.

Tilhögun markaðssetningar er verkefni sem þarf að vinna í samvinnu hins opinbera og einkaaðila. Önnur verkefni geta verið að frumkvæði auðlindadeildar Háskólans á Akureyri í samvinnu við fiskisölufyrirtæki og erlendar rannsókn- og kennslustofnanir.

Framleiðslukostnaður og arðsemi

Mikilvægt er að vinna verði lögð í að greina kostnað við einstaka þætti í seiðaeldi, stórseiðaeldi og sjókvíaeldi með það að markmiði að halda frameiðslukostnaði í lágmarki. Unnið verði að frekari uppbyggingu á arðsemislíkani, með séstaka áherslu á hermilíkön til þess að unnt verði að greina þá þætti sem mest áhrif hafa á arðsemi þorskeldis (sjá Viðauka 1).

Að frumkvæði auðlindadeildar Háskólans á Akureyri í samvinnu við sjávarútvegsfyrirtæki og fjármálastofnanir.

6. Framkvæmd og fjármögnun

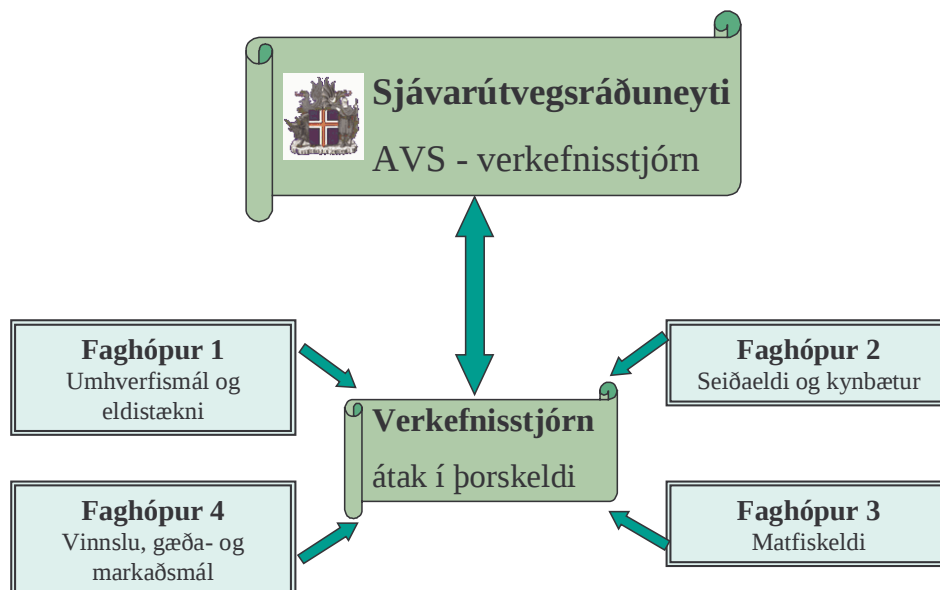
6.1 Verkefnastjórnun

Komið verði á fimm manna verkefnisstjórn fyrir átak í þorskeldi, með þremur fulltrúum atvinnulífs, einum frá rannsóknastofnunum og einum frá sjávarútvegsráðuneytinu (18. mynd). Hlutverk verkefnisstjórnarinnar yrði að:

- Vera tengiliður við sjávarútvegsráðuneytið og AVS - verkefnisstjórnina*.
- Hafa forustu um starf faghópa sem kallaðir yrðu til álits á helstu áherslusviðum.
- Afla upplýsinga um samkeppnishæfni þorskeldis á Íslandi.
- Hafa frumkvæði um reglulegt mat á framgangi í rannsókn- og þróunarvinnu.

Á næstu árum mun verða hröð þróun í þorskeldi og er því mikilvægt að meta á markvissan hátt hvað hefur áunnist hér á landi og hjá samkeppnislöndunum. Mælt er með því að þetta mat verði gert á árinu 2005. Á þeim tíma verður lokið við samanburð á stofneiningum og hið eiginlega kynbótastarf getur hafist. Áður en umfangsmiklar kynbætur hefjast er eðlilegt að fyrir liggi arðsemismat sem getur fært rök fyrir því að framleiðslukostnaður í þorskeldi geti orðið svipaður á Íslandi og í samkeppnislöndunum. Til að vinna verkefnisstjórnar verði sem skilvirkust er mælt með því að hún hafi aðgang að starfsmanni.

Komið verði á verkefnisstjórn með fulltrúum atvinnulífs, rannsóknastofnana og stjórnsýslu.



18. mynd. Skipurit af tengslum verkefnisstjórnar átaks í þorskeldi við faghópa, sjávarútvegsráðuneyti og AVS - verkefnisstjórnina.

* AVS Stýrihópur, 5 ára átak til að auka verðmæti sjávarfangs. Tillaga til sjávarútvegsráðherra, október 2002.

6.2 Faghópar

Til að tryggja samhæfingu og samvinnu við þróun þorskeldis á Íslandi er lagt til að stofnaðir verði fjórir faghópar. Hlutverk faghópanna yrði að:

- Koma í framkvæmd mikilvægum rannsóknaverkefnum.
- Mynda rannsóknahópa og koma á samstarfi við erlenda vísindamenn.
- Vera verkefnisstjórn átaks í þorskeldi til ráðgjafar.

Verkefnisstjórn skipi þrjá aðila í hvern faghóp. Hver faghópur kemur sér síðan saman um formann, ritara og meðstjórnanda. Hlutverk formanns er að kalla hópinn saman og stýra fundum. Ritari heldur utan um fundagerðir og kemur niðurstöðum og tillögum á framfæri. Gert er ráð fyrir því að hver faghópur komi að lágmarki saman einu sinni á ári. Aðrir þátttakendur í hverjum hópi eru valdir af stjórn viðkomandi faghóps, skilyrt er að um sé að ræða aðila sem eru að vinna að rannsókn- og þróunarverkefnum innan viðkomandi fagsviðs og komi frá rannsóknastofnunum eða fyrirtækjum.

Mælt er með því að Hafrannsóknastofnunin verði fengin til að halda utan um vinnu faghópa, þorskeldisráðstefnur og norræna þorskeldisverkefnið fyrir Íslands hönd.

Faghópur 1: Umhverfismál og eldistækni

Málaflokkar: Grunnrannsóknir á umhverfismálum fiskeldis. Vöktunarrannsóknir.

Umvæfisaðstæður, hönnun og aðlögun búnaðar fyrir íslenskar aðstæður.

Eldistækni við framleiðslu stórseiða.

Þátttakendur: Hafrannsóknastofnunin, Hollustuvernd, Siglingastofnun, Veðurstofa Íslands, Náttúrustofa Vestfjarða, verkfræðistofur, sjávarútvegsfyrirtæki o.fl.

Faghópur 2: Seiðaeldi og kynbætur

Málaflokkar: Framleiðsla fæðudýra, klakfiskur, framleiðsluaðferðir, eldistækni, heilbrigðismál og kynbætur.

Þátttakendur: Stofnfiskur, Hafrannsóknastofnunin, Fiskeldi Eyjafjarðar hf., Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræðum að Keldum o.fl.

Faghópur 3: Matfiskeldi

Málaflokkar: Eldisaðferðir, fóður, fóðrunartækni, heilbrigðismál og arðsemi, veiðar til áframeldis (líffræði þorsks, áhrif veiðanna á stofna, veiðitækni og flutningstækni).

Þátttakendur: Sjávarútvegsfyrirtæki, fóðurfyrirtæki, Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræðum að Keldum, Hafrannsóknastofnunin, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Háskólinn á Akureyri o.fl.

Faghópur 4: Vinnsla, gæða- og markaðsmál

Málaflokkur: Gæðamál, slátrun, vinnsluaðferðir, flutningstækni, markaðssetning og arðsemi.

Þátttakendur: Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Matra, fiskisölufyrirtæki, Háskólinn á Akureyri o.fl.

Til að samhæfa vinnu faghópa og tryggja upplýsingastreymi milli einstakra fræðisviða er mikilvægt að með reglulegu millibili verði haldnar ráðstefnur. Stefna skal að einni innlendri ráðstefnu annað hvert ár þar sem greint verði frá helstu

rannsóknaniðurstöðum, stöðu þekkingar og framtíðaráformum í rannsókn- og þróunarvinnu.

Á næsta ári hefst norrænt þorskeldisverkefni sem m.a. hefur það hlutverk að stuðla að samvinnu vísindamanna í rannsókn- og þróunarvinnu. Þátttökulönd í þessu verkefni eru Noregur, Danmörk, Svíþjóð, Færeyjar og Ísland. Fyrirhuguð er ráðstefna og vinnufundur í Noregi á næsta ári, Íslandi á árinu 2004 og í Danmörku 2005.

6.3 Upplýsingamiðlun

Mikilvægt er að tryggja upplýsingastreymi til þeirra sem vinna við þorskeldi á Íslandi. Þar getur vefurinn (www.thorskeldi.is) þjónað lykilhlutverki sem vefgátt (portal) þar sem hægt er að sækja allar upplýsingar um þorskeldi. Hlutverk vefsins gæti m.a. verið:

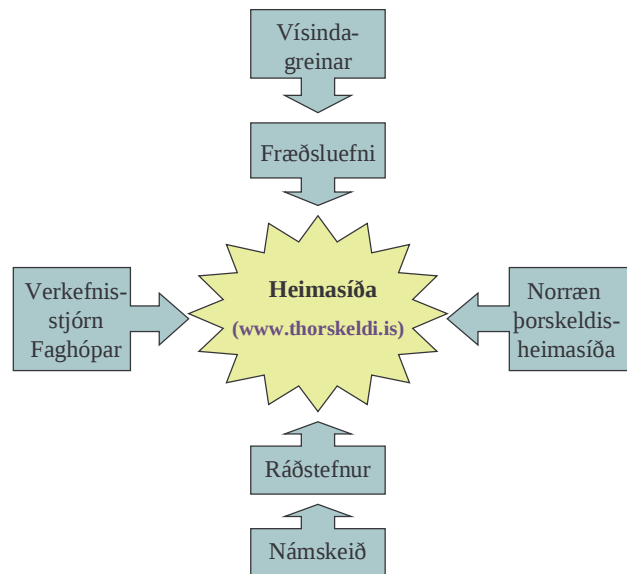
- Útbúa krækjur í allar heimasíður rannsóknastofnana, fyrirtækja og skóla sem innihalda upplýsingar um þorskeldi.
- Útbúa krækjur við allar vísindagreinar sem hægt er að nálgast á Netinu.
- Veita upplýsingar um námskeið og ráðstefnur sem að gagni geta komið fyrir þá sem vinna við þorskeldi.
- Birta niðurstöður faghópa og annarra sem fjalla um málefni þorskeldis.

Mælt er með því að auðlindadeild Háskólans á Akureyri verði fengin til að sjá um heimasíður og námskeiðahald fyrir þorskeldi.

Lögð er áhersla á að Hafrannsóknastofnunin birti árlega skýrslu um framgang þorskeldis og niðurstöður rannsókna sem hafa verið styrktar með úthlutun

Í norrænu verkefni sem Íslendingar eru þátttakendur í verður heimasíða til að miðla upplýsingum um þorskeldi á milli norðurlanda.

Til að tryggja að niðurstöður rannsókna- og þróunarvinnu komist til þeirra sem vinna við þorskeldi er mælt með því að haldin verði að minnsta kosti tvö námskeið á ári. Á námskeiðunum verði farið yfir alla þætti er varða áframeldi á villtum fiski í sjókvíum: föngun á þorski, líffræði, fóðurfræði, fisksjúkdóma, eldistækni o.fl. Hafrannsóknastofnuninni er ætlað að fylgjast með tilraunum sem fá styrki með úthlutun þorskeldiskvóta og birti niðurstöður þeirra. Mikilvægt er að haldið sé vel utan um allar þær upplýsingar sem aflast með þessum rannsóknum og þær gerðar aðgengilegar fyrir þá sem hafa áhuga að kynna sér þorskeldi.



19. mynd. Yfirlit upplýsingastreymi fyrir þorskeldi á Íslandi.

6.4 Fjármögnun

Þróun þorskeldis á Íslandi er áhættusamt langtímaverkefni. Það getur liðið langur tími þar til þorskeldi verður arðbær atvinnugrein. Mat verkefnisstjórnarinnar er að það kosti um 2 milljarða að þróa þorskeldi á Íslandi. Það er því fyrirséð að leggja verður

Mælt er með 70-170 milljónum króna árlegu framlagi úr ríkissjóði og opinberum rannsóknasjóðum til rannsókn- og þróunarverkefna í þorskeldi eða 700 milljónum króna alls á árunum 2003-2007.

verulega fjármuni í rannsókn- og þróunarvinnu fram yfir það sem fyrirtæki munu leggja fram. Mikilvægt er að þeir opinberu fjármunir sem varið yrði í þorskeldi fari til að fjármagna rannsókn- og þróunarvinnu. Í 5. töflu eru tillögur um framlag ríkissjóðs og opinberra rannsóknasjóða til rannsókn- og þróunarverkefna í þorskeldi. Þar er gert ráð fyrir að lagðar verði 700 milljónir til þessara verkefna á árunum 2003-2007. Til viðbótar þessari upphæð kemur framlag sjávarútvegsfyrirtækja og annarra þátttakenda.

5. tafla. Tillaga um framlag ríkissjóðs og opinberra rannsóknasjóða til upplýsingamiðlunar, rannsókn- og þróunarverkefna í þorskeldi eftir málaflokkum á tímabilinu 2003-2007. Allar upphæðir eru í milljónum króna.

Málaflokkar	2003	2004	2005	2006	2007
Föngun á þorski til áframeldis *		5	5	5	5
Seiðaelði og kynbætur	20	40	40	40	35
Matfiskeldi *		10	10	10	10
Umhverfismál og eldistækni	25	55	60	45	40
Fóðurrannsóknir og heilbrigðismál #	15	30	30	30	25
Vinnslu, gæða- og markaðsmál #		15	15	15	15
Upplýsingamiðlun ¥	10	10	10	10	10
Samtals	70	165	170	155	140

* Þessir málaflokkar eru einnig styrktir með úthlutun á þorskeldiskvóta.

Gert er ráð fyrir að þessir málaflokkar verði einnig fjármagnaðir með styrkjum úr erlendum rannsóknasjóðum.

¥ Kostnaður vegna heimasíðu, vinnu faghópa, árskýrslu Hafrannsóknastofnunarinnar um þorskeldi, starfsmanns verkefnisstjórnar, ráðstefna og námskeiða.

Á árinu 2003 getur framlag ríkissjóðs og opinberra rannsóknasjóða vart orðið meira en 70 milljónir króna. Því er gert ráð fyrir að á því ári verði áherslan lögð á að undirbúa rannsókn- og þróunarverkefni árunum 2004-2007.

Í Viðauka 1 eru tillögur að fjármögnun rannsókn- og þróunarverkefna í einstökum málaflokkum. Þar er m.a. bent á hvernig að hluta til megi fjármagna nokkur verkefni með úthlutun úr árlegum 500 tonna þorskeldiskvóta. Hér yrði um að ræða rannsókn- og þróunarverkefni á sviði föngunar og áframeldis á villtum þorski.

Sum verkefnin eru í meginatriðum alþjóðleg viðfangsefni og er því eðlilegt að þær rannsóknir séu stundaðar í samvinnu við erlenda vísindamenn. Þá er hægt að sækja um fjármagn í norræna sjóði og sjóði innan ESB. Í þessu sambandi er sérstaklega hægt að benda á rannsóknir innan heilbrigðis- og gæðamála og fóðurrannsókna.

AVS Stýrihópur leggur til að settur verði á stofn nýr sjóður til að auka virðisauka í sjávarútvegi. Fjárhagsleg markmið eru þau að á 5 ára átakstímabili aukist árleg framlög

til sjóðsins úr 150 milljónum króna fyrsta starfsárið 2003 í um 300 milljónir fyrir starfsárið 2007. Stýrihópurinn lagði til að á árinu 2003 verði 40 milljónum króna veitt til fiskeldis.

Óháð því hvernig gengur í þorskeldi mun það fjármagn sem lagt er í þorskeldisrannsóknir styrkja almenna líffræðiþekkingu á villtum þorski og munu rannsóknafjármunir þannig nýtast í þekkingaröflun á mikilvægasta nytjastofni á Íslandsmiðum.

Viðauki 1 - Helstu viðfangsefni í rannsókn- og þróunarvinnu

Á stefnumótunarfundinum í Reykholti í Borgarfirði 17.-18. október 2002 voru gerð drög að stefnumótun í rannsókn- og þróunarvinnu í þorskeldi sem síðan voru unnin áfram, aðallega með fyrirlesurunum, öðrum þátttakendum var síðan gefinn kostur á að gera athugasemdir og bæta við atriðum sem þeim fannst vanta.

1. Föngun á þorski til áframeldis

- ✓ **Rannsóknir á útbreiðslu og lífsháttum 0-3 ára þorsks á grunnsævi (<50m):** *Framkvæmdar og fjármagnaðar af Hafrannsóknastofnuninni.*

Á næstu árum mun þorskeldi á Íslandi að mestu byggjast á föngun og áframeldi á þorski. Eldi á villtum þorski í sjókvíum hefur verið stundað í litlum mæli allt frá árinu 1992. Aðalhindrunin hefur verið sú að ná að safna nægilega miklu af þorski á hagkvæman hátt og lágmarka afföll við veiðarnar. Föngun á þorski til áframeldis er yfirleitt stunduð á grunnu vatni (< 50 m). Takmarkaðar upplýsingar eru um þorsk á grunnu vatni og er því lagt til að markvisst verði farið í að kortleggja útbreiðslu og mergð 0-3 ára þorsks meðal annars með árlegu grunnslóðarralli.

- ✓ **Vísindaleg ráðgjöf um umfang og áhrif seiðaföngunar til eldis:** *Framkvæmt og fjármagnað af Hafrannsóknastofnuninni.*

Til áframeldis hefur að mestu verið fangaður fiskur yfir lágmarksstærð. Á þessu ári hófust veiðar á seiðum (0+ árgangurinn) til áframeldis. Við náttúrulegar aðstæður eiga þorskseiði (0-flokkur) eftir að verða fyrir miklum náttúrulegum afföllum (>80% ?) áður en þau ná markaðsstærð. Ef afföll í seiðaveiðum og áframeldi þeirra eru minni en 50% er því verið að minnka afföll verulega og auka þar með afrakstur stofnsins. Einnig er auðveldara að laga smáseiði að eldisaðstæðum en stærri þorsk. Föngun smáseiða gæti þó orðið umdeild sérstaklega á þeim árum þegar nýliðun er undir meðaltali. Það er því mikilvægt að kanna áhrif veiðanna á staðbundinn þorsk í nágrenni við föngunar svæðið. Í þessu sambandi er mjög mikilvægt að meta og rannsaka afföll þorskseiðanna í náttúrunni, það er að geta sagt fyrir með nokkurri vissu um hve stór hluti seiðanna hefði komið inn í veiðistofn ef ekki hefði verið veitt.

- ✓ **Rannsóknir á áhrifum veiðitækni og umhverfispáttá á lifun:** *Framkvæmt og fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum í samstarfi við veiðarfærasérfræðinga. Úthlutað verði úr árlegum 500 tonna þorskeldiskvóta til slíkra verkefna.*

Við föngun á þorski til áframeldis eru fyrst og fremst notaðar hefðbundnar veiðiaðferðir. Mikilvægt er að aflað verði frekari upplýsinga um reynslu nágrannalanda okkar af föngun þorsks til eldis. Könnuð verði áhrif hitastigs, dýpis, stærðar fisks og árstíma á lifun þorsks eftir föngun.

- ✓ **Veiðarfærarannsóknir, hönnun og þróun:** *Sameiginlegt átaksverkefni rannsóknastofnana, verkfræðifyrirtækja, háskóla og sjávarútvegsfyrirtækja undir*

forystu Hafrannsóknastofnunarinnar. Fjármagnað af opinberum sjóðum og framlagi sjávarútvegsfyrirtækja.

Hefðbundin veiðitækni tekur ekki mið af því að fanga fisk með því sem næst óskertan lífsþrótt. Það er því mikilvægt að þróa nýja veiðitækni sem hefur það að markmiði að fanga óskaddaðan fisk sem hægt yrði að ala áfram í eldisstöð. Þekking sem mun aflast við þetta verkefni mun einnig nýtast til þess að bæta veiðitækni almennt.

✓ **Flutningur á lifandi þorski:** Framkvæmt og fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum.

Afkastalítið flutningstækni sem notuð hefur verið hérlandis við flutning á lifandi þorski frá veiðislóð á eldisstað hefur takmarkað stærð veiðisvæðis og þar með veiðimagnið. Mikilvægt er að til landsins verði fengnir öflugir brunnbátar til flutnings á þorski.

2. Seiðaeldi

✓ **Eldi á klakfiski:** Framkvæmt af seiðaframleiðendum og rannsóknastofnunum. Fjármagnað með framlagi þátttakenda og styrkjum úr rannsóknasjóðum.

Áður en kynbætur hefjast þarf að afla upplýsinga um kjöraðstæður fyrir klakfisk s.s. með tilliti til sjávarhita, straumhraða, seltu, fódurs og meðhöndlunar. Til að hægt sé að fá hrogn flesta mánuði ársins þarf að stjórna hrygningartíma klakfisksins með ljósastýringu. Þróa þarf þessa aðferð og tryggja að hrognagæðin sé fullnægjandi. Vinnan felur í sér rannsóknir og þróun á eldisferlinu út frá fyrirbyggjandi reynslu frá erlendum seiðaeldisstöðvum.

✓ **Seiðaframleiðsla:** Framkvæmt af seiðaframleiðendum og rannsóknastofnunum. Fjármagnað með framlagi þátttakenda og styrkjum úr rannsóknasjóðum.

Hér þarf að bæta allt framleiðsluferlið til að hámarka vöxt og lifun lirfa og seiða. Þróa þarf tækjabúnað til hreinsunar kerja og til fóðrunar. Vinna þarf að því að auka afköst við framleiðslu fæðudýra, einnig þarf að auka næringargildi fæðudýra til að auka vöxt og lifun lirfa. Kanna þarf áhrif þéttleika, stærðarflokkunar og umhverfisaðstæðna. Mikilvægt er að ná góðum tókum á þorskseiðældinu til að tryggja betur áreiðanleika niðurstaðna í greiningu eiginleika stofna og einstaklinga í eldinu. Kynþroski er mikið vandamál í þorskeldi. Unnið verður að því að þróa aðferðir sem koma í veg fyrir að eldisþorskur verði kynþroska. Vinnan felur í sér samantekt fyrirbyggjandi upplýsinga, þróun og nánari rannsóknir á eldisferlinu út frá fyrirbyggjandi reynslu frá innlendum og erlendum seiðaeldisstöðvum.

✓ **Stórseiðaeldi frá 10g í 300g:** Framkvæmt og fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum í samvinnu við rannsóknastofnanir.

Kjörhitastig þorsks lækkar með aukinni fiskstærð. Það er því mikilvægt að framleiða stórseiði til að ala í köldum sjó við landið. Til að halda framleiðslukostnaði lágum er lykilatriði að nýta vel sjó, varma og eldisrými. Það þarf því að endurnýta vatnið. Afla þarf upplýsinga um þol þorsksins fyrir eigin úrgangsefnum og endurnýtingarbúnaðinum er ætlað að hreinsa. Til að auka framleiðslu á hvern rúmmetra þarf að hámarka þéttleika þorsks á hvern rúmmetra og kanna áhrif umhverfispátta eins og súrefnisbætingar og

straumhraða. Þá þarf að kanna áhrif fóðrunar á vöxt, hegðun fisksins í kerjunum og á sjálfrán, auk þess sem þarf að kortleggja þörf fyrir stærðarflokkun. Við flutning á stórseiðum er oft um langar flutningsleiðir að ræða. Kanna þarf hvernig best er að undirbúa fiskinn fyrir flutning og tryggja sem minnst afföll.

3. Kynbætur

✓ Öflun erfðaefnis

Kynbætur eru nú þegar hafnar í helstu samkeppnislöndunum. Það er því mikilvægt að sem fyrst verði hafin leit að heppilegum fiski til kynbóta. Í dag er lítið vitað um breytileika í eldiseiginleikum á milli stofna, áhrif umhverfisþátta og samspil erfða og umhverfis. Mikilvægt er að standa vel að þessum rannsóknum og reyna eftir mátti að skrá þann breytileika sem er til staðar hjá mismunandi stofnum við landið hvað varðar þætti sem skipta máli fyrir eldið (bæði á lirfu-, seiða- og ungviðisstigi sem og hjá klakfiski). Fiski og hrognum verður því safnað víðsvegar um landið og efniviðurinn nýttur til samanburðar á stofnum og fiski frá mismunandi svæðum.

✓ Samanburður stofneininga

Seiði verða framleidd í einni eldisstöð og þeim síðan dreift víða um landið þar sem stofnarnir verða aldir við mismunandi umhverfisaðstæður. Gert er ráð fyrir að verkefnið taki 3-4 ár og niðurstöðurnar síðan notaðar til þess að koma fram með heppilegan eldisstofn sem yrði síðan kynbættur áfram.

✓ Kynbætur á þorski

Kynbætur á þorski eru forsenda fyrir því að íslenskt eldi geti orðið samkeppnishæft við eldi í öðrum löndum. Með kynbótum er hægt að ná betri vexti, sinni kynþroska, meiri lífsþrótti o.s.frv.

Vorið 2003 áformar Stofnfiskur í samvinnu við rannsóknastofnanir og fyrirtæki að hefja söfnun á efnivið í væntanlegan grunnstofn til þorskkyrbóta. Verkefnið yrði fjármagnað með framlagi úr ríkissjóði og framlagi þátttakenda. Við útfærslu verkefnisins skal tryggt að þeir sem taka seiðin í matfiskeldi fái sitt framlag sem gæti verið í formi ókeypis seiða.

4. Matfiskeldi

✓ Afföll í sjókvíum: *Framkvæmt og fjármagnað af Hafrannsóknastofnuninni og sjávarútvegsfyrirtækjum. Úthlutað verði úr árlegum 500 tonna þorskeldiskvóta til slíkra verkefna.*

Erfiðar aðstæður eru til sjókvíaeldis við Ísland þar sem sjávarhiti er lágur og eldissvæði tiltölulega opin fyrir veðri og vindum. Kanna þarf kulda- og sundþol þorsks af mismunandi stærð við staðlaðar aðstæður í tilraunaeldisstöð. Framkvæma þarf tilraunir þar sem þorskseiði af mismunandi stærð eru sett út í sjókvíar á mismunandi árstímum og við breytilegar aðstæður.

- ✓ **Hönnun og prófun á sjókvíum:** Framkvæmt og fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum og framleiðendum í samstarfi við innlendar og erlendar rannsóknastofnanir og verkfræðifyrirtæki.

Á síðustu árum hefur verið hröð þróun í hönnun úthafskvína og sökkvanlegra kvína. Lagt er til að farið verði í samstarf við erlenda aðila við prófun og aðlögun þessara kvína að íslenskum aðstæðum. Í upphafi er mikilvægt að skilgreina nákvæmlega umhverfisaðstæður, s.s. strauma, ölduhæð, sjávarhita og lagnaðarís. Út frá þeim upplýsingum eru hönnunarforsendur skilgreindar og valdar sjókvíar sem henta fyrir viðkomandi aðstæður.

- ✓ **Ljósastýring til að draga úr kynþroska:** Framkvæmt og fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum. Úthlutað verði úr árlegum 500 tonna þorskeldiskvóta til slíkra verkefna.

Kynþroski er mikið vandamál í þorskeldi. Hægt er að seinka kynþroska með ljósastýringu. Fylgst verði með birtingu erlendra rannsóknaniðurstæðna og þær prófaðar og aðlagðar íslenskum aðstæðum.

- ✓ **Hönnun á fóðrunarbúnaði:** Framkvæmt og fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum og framleiðendum.

Við áframeldi á þorski er notaður heill fiskur, brytjaður fiskur, votfóður eða deigfóður. Mun erfiðara er að fóðra fisk með þessum fóðurgerðum samanborðið við þurrfóður sem almennt er notað. Í dag er fiskurinn handfóðraður eða notaðar fóðurkvíar þar sem takmarkað eftirlit er með fóðurgjöfnni. Hanna þarf öflugan fóðrunarbúnað sem auðveldar starfsmönnum fóðurgjöfina og eykur eftirlit með fóðruninni.

5. Umhverfis- og skipulagsmál

- ✓ **Samhæfa ákvarðanatöku og viðmið í opinberu eftirliti:** Framkvæmt af landbúnaðar-, sjávarútvegs- og umhverfissráðuneytum.

Til að þorskeldi fái að þróast sem mikilvæg atvinnugrein verður að taka á umhverfismálum jafnhliða. Leyfisveitingar til fiskeldis eru flókið ferli hér á landi og þarf eldisaðili að sækja um hjá mörgum aðilum áður en endanlegt leyfi fæst. Hollustuvernd ríkisins veitir starfsleyfi til rekstraraðila sem hafa áform um að framleiða meira en 200 tonn og heilbrigðisnefndir veita starfsleyfi til þeirra sem hafa áform um eldi undir 200 tonnum. Ef sótt er um eitt starfsleyfi þar sem áform eru um meiri framleiðslu en 200 tonn ber að tilkynna það Skipulagsstofnun, sbr. lög nr. 106/2000, sem úrskurðar hvort um matsskylda framkvæmd sé að ræða. Aftur á móti ef sami aðili sækir um nokkur starfsleyfi í sama firði sem öll eru undir 200 tonnum fer ekkert heildstætt mat fram. Það er þó túlkun Hollustuverndar ríkisins að ekki eigi að gefa út starfsleyfi fyrir meira en 200 tonn á hvert fyrirtæki án þess að tilkynna framkvæmdina til Skipulagsstofnunar. Útgáfa rekstrarleyfa til eldis ferskvatnsfiska í ferskvatni og sjó er í höndum landbúnaðar-ráðuneytisins og útgáfa rekstraleyfa fyrir eldi nytjafiska og annarra sjávardýra heyrir undir sjávarútvegsráðuneytið. Lagt er til að leyfisveitendum verði fækkað þannig að einn aðili gefi út endanlegt leyfi að öllum skilyrðum fullnægðum. Slíkt tryggir samhæfða ákvarðanatöku við leyfisveitingar og betri yfirsýn yfir nýtingu eldissvæða.

- ✓ **Skipta landinu í eldissvæði:** Yfirumsjón í höndum Hafrannsóknastofnunarinnar og unnið í samvinnu við aðrar rannsóknastofnanir og ráðgjafarfyrtæki. Fjármagnað af fjárframlagi til rannsóknastofnana, úr rannsóknasjóðum og frá sjávarútvegsfyrtækjum.

Taka þarf saman fyrirbyggjandi gögn fyrir hvert eldissvæði og gera grunnrannsóknir í að minnsta kosti eitt ár til að afla þeirra gagna sem nauðsynleg eru til að geta metið svæðið m.t.t. fiskeldis. Grunnrannsóknir á hverju eldissvæði ná yfir strauma, sjófræði (hita, seltu, súrefni, næringarefni), lífríki í sjó (svif, fiskar, spendýr, bakteríuflóra, botndýr), botnlögun, kortlagningu og veðurfarslega þætti. Slíkar rannsóknir hafa verið gerðar í Eyjafirði og mætti nýta þau gögn til að meta það svæði m.t.t. fiskeldis með nokkrum viðbótarannsóknunum.

- ✓ **Heildarskipulag fyrir skilgreind eldissvæði:** Yfirumsjón í höndum Skipulagsstofnunar og Hollustuverndar í samvinnu við sveitarfélög og rannsóknastofnanir og ráðgjafarfyrtæki á sviði umhverfis- og skipulagsmála.

Útbúa þarf heildarskipulag fyrir skilgreind eldissvæði með svæðisskipulagi í hverjum firði. Í því felst m.a. að skilgreina þarf burðarþol fyrir hvert eldissvæði og ákvarða vísitæki fyrir lífræna mengun og þungmálma.

- ✓ **Vöktunarrannsóknir á eitruðum þörungum og öðrum lífverum sem geta valdið tjóni:** Yfirumsjón í höndum Hafrannsóknastofnunarinnar. Fjármagnað með fjárframlagi til rannsóknastofnana og sjávarútvegsfyrtækja.

Fyrir hvert eldissvæði þarf að koma á vöktunarrannsóknunum á eitruðum þörungum og öðrum lífverum sem geta valdið tjóni.

- ✓ **Framkvæma áhættumat og skilgreina fyrirbyggjandi aðgerðir til að draga úr hættu á erfðablöndun:** Framkvæmt og fjármagnað af Hafrannsóknastofnuninni.

Með framleiðslu á kynbættum eldisþorski getur hugsanlega átt sér stað erfðablöndun við náttúrulega þorskstofna. Það þarf því að framkvæma áhættumat og leggja grunn að fyrirbyggjandi aðgerðum sem draga úr líkum á því að eldisþorskur hrygni með náttúrulegum þorski.

6. Fóðurrannsóknir og heilbrigðismál

- ✓ **Fóðurrannsóknir:** Framkvæmt af Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins í samstarfi við innlendar og erlendar rannsóknastofnanir og fyrtæki. Eðlilegt að tengja þær rannsóknir sjúkdómsrannsóknunum sem fram fara á Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum. Fjármagnað með styrkjum úr erlendum og innlendum rannsóknasjóðum og af fóðurfyrtækjum.

Fóðurkostnaður er stærsti einstaki kostnaðarliðurinn í þorskeldi en mjög takmarkaðar upplýsingar eru til um næringarþarfir þorsks. Þróa þarf fóður sem fullnægir næringarþörfum þorsks á mismunandi aldursskeiðum. Rannsóknunum þarf að fylgja eftir með vefjarannsóknunum auk hefðbundinna athugana á vexti og lifun. Þessar upplýsingar eru nauðsynlegar til að tryggja sem best heilbrigði, bestar fóðuruppskriftir og lækka þannig fóðurkostnað. Rannsaka þarf áhrif mismunandi hráefna í fóðrið til þess að geta valið ódýrustu hráefnin í þorskfóður án þess að það hafi áhrif á vöxt, gæði og heilbrigði

fisksins. Einnig er mikilvægt að þróa fóður með efnasamböndum sem örva ónæmiskerfi og ónæmissvörun þorskseiða.

- ✓ **Vöktun og skilgreining sjúkdóma við íslenskar aðstæður:** Framkvæmt af dýralækni fisksjúkdóma og Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum. Fjármagnað af framkvæmdaraðilum og eldisfyrirtækjum.

Við uppbyggingu þorskeldis á Íslandi þarf að leggja áherslu á að efla þekkingu á sjúkdómsvöldum. Enn er of lítið vitað um hvers konar sjúkdóma verður helst að kljást við í þorskeldi í framtíðinni og kann einhver munur að verða á milli svæða. Þó hefur hið takmarkaða þorskeldi hér á landi og rannsóknir á sjúkdómum í villtum þorski gefið vísbendingar um nokkra þeirra. Með hliðsjón af reynslu á eldi annarra tegunda, er rétt að gera ráð fyrir því að fleiri sjúkdómar í þorski skjóti upp kollinum eftir því sem eldið er stundað víðar, lengur og umfang þess eykst. Allt frá upphafi verður með reglulegu heilbrigðiseftirliti að fylgjast með öllum stigum eldisins svo draga megi skjótan lærdóm af því hvaða sjúkdóma megi helst vænta. Ef upp koma alvarlegir sjúkdómar kann að reynast nauðsynlegt að koma á frekari vöktun (skilgreindum rannsóknarverkefnum) til þess að fá gleggri mynd af framvindu sýkinnar.

- ✓ **Stöðugleiki umhverfis: Rannsaka normalflóru og hvernig hægt yrði að stjórna flórunni og streituálagi:** Framkvæmt af Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum í samvinnu við innlendar og erlendar rannsókn- og háskólastofnanir. Fjármagnað með styrkjum úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum og framlagi þátttakenda.

Forvarnir eru mikilvægar og þá sérstaklega í seiðaeldi þar sem mikil afföll verða og oft á tíðum án þess að mögulegt hafi reynst að skilgreina ástæður. Rannsóknir sýna að rétt næring og heilsufarslegt jafnvægi sé grundvöllur þess að fiskurinn sé fær um að verjast árásum sýkla og sjúkdómsvaldandi örvera í umhverfi sínu og til að bólusetningar skili tilætluðum árangri. Rannsaka þarf normalflóru þorsks, breytingar sem á henni verða og hvernig hægt er að hafa áhrif á þessa flóru. Í þessu sambandi eru miklar vonir bundnar við notkun „góðra“ baktería (*probiotics*) og efnasambanda sem styðja við vöxt „góðra“ baktería (*prebiotics*) í meltingarvegi seiðanna/fisksins. Minni líkur eru á að sýklar og sjúkdómsvaldandi tegundir nái fótfestu í meltingarvegi fisks ef fyrir er meltingarflóra sem að stærstum hluta er byggð upp af „góðum“ bakteríum. Þetta er jafnframt mikilvægur liður í því að skapa seiðunum og síðar fiskinum stöðugt umhverfi sem dregur úr streitu.

- ✓ **Almennar rannsóknir á ónæmiskerfi þorsksins og á hvern veg það sé ólíkt því sem er hjá ýmsum öðrum tegundum fiska:** Framkvæmt af Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum í samvinnu við innlendar og erlendar rannsóknastofnanir. Fjármagnað með styrkjum úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum og framlagi þátttakenda.

Afla þarf aukinnar þekkingar á ónæmiskerfi þorsks. Þekking á ónæmiskerfinu og þroska þess er nauðsynleg til að velja réttan tíma fyrir hvers kyns forvarnaraðgerðir, svo sem bólusetningu og til að meta árangur slíkra aðgerða.

- ✓ **Rannsóknir á eiginleikum skilgreindra sjúkdómsvalda og áhrifum einstakra sýkipátta í þorski:** Framkvæmt af Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum í samvinnu við innlendar og erlendar rannsóknastofnanir. Fjármagnað með styrkjum úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum og framlagi þátttakenda.

Þekkingaröflun á eiginleikum sýkla og þeim sjúkdómseinkennum sem þeir valda í hýsli sínum er undirstaða öflugra forvarna. Það á ekki síst við um skilgreiningu á ónæmisvökum sem mynda verndandi ónæmissvar við bólusetningar.

- ✓ **Þróun bóluefna og aðferðafræði:** Framkvæmt af Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum í samstarfi við erlendar rannsóknastofnanir og fyrirtæki. Fjármagnað með styrkjum úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum, af fyrirtækjum og með framlagi þátttakenda.

Bólusetningar eldisfiska gegn ýmsum sýkingum hafa á síðustu árum stóraukið hagkvæmni í eldi. Það er því mikilvægt að leggja strax áherslu á þróun bóluefna. Nú er til sérhæft bóluefni gegn einni sýki í þorski, þ.e. bakteríunni *Vibrio anguillarum*. Samhliða þróun bóluefna þarf að leita aðferða sem best henta til bólusetningar á þorski.

7. Gæðatjórnun, slátrun og vinnsla

- ✓ **Athuga mikilvægi kælingar á slátrun eldisþorsks:**

Kæling er eitt af lykilatriðunum við að tryggja gæði eldisþorsks. Kanna þarf áhrif kælingar fyrir slátrun á holdgæði þorsks. Meta þarf hvaða hitastig er heppilegast til að gera fiskinn sem meðfærilegastan og með sem mest holdgæði. Rannsaka þarf áhrif kælingar í blóðtæmingarkari á holdlit þorsks. Þróa þarf aðferðir til að halda streitu í lágmarki og rannsaka hvaða áhrif mislangur streitutími hefur á holdgæði.

- ✓ **Kanna áhrif sveltitíma á holdgæði eldisþorsks:**

Holdgæðum hefur oft verið ábótavant í eldisþorski hér á landi. Kanna þarf áhrif mismunandi sveltitíma á breytingar á nýtingu, losi, bragðgæðum og seigju í holdi.

- ✓ **Kortleggja þroska kynkirtla (hrogn og svil) eldisþorsks eftir árstíma:**

Ef eldisþorskur verður kynþroska á eldistímanum hefur það veruleg áhrif á arðsemi eldisins. Mæla þarf þroska kynkirtla eftir landsvæðum og hrygningarhópum og meta hvenær á árinu hrognin eru verðmætust til vinnslu. Rannsaka þarf hlutfall kynkirtla eftir fiskstærð og kyni.

- ✓ **Rannsaka samspil fódurs og gæða:**

Kanna áhrif ýmissa fóðurtegunda og efnainnihalds fódurs á holdgæði, s.s. los í flaki.

- ✓ **Kanna sníkjudýr í eldisþorski:**

Villtur þorskur í áframeldi getur innihaldið töluvert af hringormum. Mikilvægt er að draga úr tíðni sýkinga eins og kostur er. Rannsaka þarf tíðni sýkinga af hringormum í holdi eldisþorsks sem fódraður er með uppsjávarfiski. Meta áhrif vinnslu, þ.e.a.s. framleiðsluáðferðir á votfóðri og deigfóðri á tíðni og umfangi hringormasýkinga í eldisþorski.

✓ **Rannsaka gæðamun á eldisþorski, þorski úr áframeldi og villtum þorski:**

Mæla hvort munur er á holdgæðum eldisþorsks, þorsks úr áframeldi og villts þorsks. Ef svo er þá að kanna hve lengi villtur þorskur þarf að vera í áframeldi til að holdgæði verði sambærileg hjá eldisþorski og villtum þorski.

✓ **Útbúa samræmda gæðastaðla fyrir eldisþorsk**

Afla upplýsinga um gæðastaðla hjá helstu útflytjendum á eldislaxi. Meta árangur einstakra landa í gæðamálum á eldislaxi. Taka mið af reynslu þeirra landa sem hafa náð bestum árangri í gæðamálum eldisafurða og útbúa gæðastaðal fyrir eldisþorsk á Íslandi.

✓ *Öll verkefni innan gæðastjórnunar, slátrunar og vinnslu eru samstarfsverkefni sjávarútvegsfyrirtækja, Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins og Matra. Yrði fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum og með framlögum úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum. Úthlutað verði úr árlegum 500 tonna þorskeldiskvóta til slíkra verkefna.*

8. Markaðsmál

✓ **Tilhögun markaðssetningar:** *Gert í samvinnu hins opinbera og einkaaðila.*

Hópurinn styður sameiginlega uppbyggingu á ímynd Íslands og íslenskum sjávarafurðum tengda ferskleika og gæðum, með það að markmiði að skapa afurðum sérstöðu á markaði.

✓ **Eldisþorskur á markaði í samanburði við villtan þorsk**

Mikilvægt er að láta rannsaka og skilgreina eiginleika og sérstöðu eldisþorsks í markaðslegu tilliti. Hópurinn telur líklegt að til lengri tíma litið geti aðgreining verið nauðsynleg að því gefnu að heimsframboð eldisþorsks aukist.

✓ **Stærð markaðar og verðþróun**

Hópurinn leggur til að rannsókuð verði áhrif umtalsverðs framboðs eldisþorsks á verðþróun villts þorsks í framtíðinni. Um er að ræða fræðilega greiningu á verðsamböndum til þess að unnt verði að búa til spálíkön um verðþróun sjávarafurða bæði villtra og úr eldi að gefnum mismunandi forsendum. Með verðþróun er átt við almennar breytingar á verðum, en ekki nákvæma spá um krónutöluverð í framtíðinni.

✓ **Markaðsgreining samkeppnisvara**

Aflað verði þekkingar á markaðssetningu eldisafurða. Lögð verði sérstök áhersla á að skoða þróun framleiðslu og markaðssetningar á leirgeddu (*Channel Catfish*) fyrir Bandaríkjamarkað, Atlantshafslax frá Chile inn á Bandaríkjamarkað og Atlantshafslax frá Noregi á Evrópu- og Bandaríkjamarkað.

Hægt er að framkvæma slíkar rannsóknir á tvennan hátt: Annarsvegar með samvinnu íslenskra og erlendra rannsóknastofnana, þar sem leitað yrði eftir sérþekkingu í hverju landi, og hinsvegar með því að styrkja nemendur til náms í ofangreindum löndum, gegn því að nemendur beini rannsóknum sínum að tilteknum viðfangsefnum. Íslendingar hafa

sterka stöðu á stærstu mörkuðum bolfisks. Slíkar greiningar ætti að vinna með hinum sterku íslensku markaðsfyrirtækjum sem starfa um allan heim.

Að undanskildu verkefninu um tilhögun markaðssetningar yrðu öll verkefni í umsjón auðlindadeildar Háskólans á Akureyri í samvinnu við fiskisöluþyriræki og erlendar rannsókn- og kennslustofnanir. Verkefni yrðu fjármögnuð með styrkjum úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum.

9. Framleiðslukostnaður og arðsemi

- ✓ **Arðsemislíkan.** *Unnið af auðlindadeild Háskólans á Akureyri í samvinnu við sjávarútvegsfyrirtæki og fjármálastofnanir. Fjármagnað úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum sem og með framlögum fyrirtækja og stofnanna.*

Unnið verði að frekari uppbyggingu á arðsemislíkani, með séstakri áherslu á hermílíkön til þess að unnt verði að greina þá þætti sem mest áhrif hafa á arðsemi þorskeldis.

- ✓ **Kostnaðargreining á seiðaeldi:** *Unnið af seiðaframleiðendum í samvinnu við rannsóknastofnanir og háskóla. Fjármagnað úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum.*

Kanna áhrif skipulags eldisrýmis og framleiðsluferils á framleiðslukostnað. Hvað mismunandi þættir í seiðaeldi kosta og hvaða þættir ráða mestu um lifun. Fyrir liggur að seiðaverð má vart vera hærra en 8-12% af framleiðslukostnaði í þorskeldi.

- ✓ **Lækkun á framleiðslukostnaði á stórseiðum:** *Í umsjón auðlindadeildar Háskólans á Akureyri í samvinnu við sjávarútvegsfyrirtæki. Fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum og með styrkjum úr rannsóknasjóðum.*

Kjörhitastig þorsks lækkar með aukinni stærð og er því mikilvægt að framleiða stór seiði til að ala í köldum sjó við norðanvert landið. Í samkeppnislöndum þar sem sjávarhitastig er hærra en hér við land er væntanlega hægt að setja smá seiði í sjókvíar flesta mánuði ársins. Á Íslandi þarf væntanlega fyrst að ala seiðin í standeldi eða öðru lokuðu rými þar sem hægt er að stjórna umhverfisþáttum. Af því hlýst meiri kostnaður og er því mikilvægt að lækka stofn- og rekstrarkostnað. Hanna þarf stöðvar til framleiðslu stórseiða með lægri stofnkostnað en í hefðbundnum strandeldisstöðvum. Einnig verði unnið að bestun framleiðsluferlis til að halda framleiðslukostnaði í lágmarki.

- ✓ **Kostnaðargreining í sjókvíaeldi:** *Í umsjón auðlindadeildar Háskólans á Akureyri. Fjármagnað af sjávarútvegsfyrirtækjum og framlög úr innlendum og erlendum rannsóknasjóðum.*

Aðstæður til sjókvíaeldis á Íslandi eru erfiðari en hjá samkeppnislöndunum. Það er því mikilvægt að leita allra leiða til að lækka framleiðslukostnaðinn. Markvisst verði unnið að því að greina kostnað við alla þætti og vinna að lækkun hans. Stefnt skal að því að ná svipuðum eða lægri framleiðslukostnaði hér á landi og er í helstu samkeppnislöndunum.

Viðauki 2 - Þátttakendur á stefnumótunarfundi

Hópur 1: Arðsemi, markaðsmál og vinnsla Umræðustjóri: Finnbogi Jónsson, Samherji hf. Ritari: Kjartan Ólafsson, Íslandsbanki Fyrirlestrar 1. Markaðir fyrir þorskeldi, Eyjólfur Guðmundsson, Háskólinn á Akureyri 2. Arðsemi þorskeldis, Erlendur Steinar Friðriksson, Háskólinn á Akureyri 3. Gæði, slátrun og vinnsla, Kristján G. Jóakimsson, Hraðfrystihúsið - Gunnvör hf.	Aðrir þátttakendur 1. Ari Wendel, Búnaðarbankinn 2. Guðbrandur Sigurðsson, Útgerðarfélag Akureyringa hf. 3. Hannes Hafsteinsson, Matra 4. Kristján Hjaltason, Sölumiðstöð hraðfrystihúsanna 5. Jón Kjartan Jónsson, Samherji hf. 6. Jón Hallur Pétursson, Útgerðarfélag Akureyringa hf. 7. Óskar Garðarsson, Hraðfrystihús Eskifjarðar hf. 8. Sigurjón Arason, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins 9. Valgerður Kristjánsdóttir, Fóðurverksmiðjan Laxá 10. Örn Viðar Skúlason, SÍF
Hópur 2: Umhverfismál og fisksjúkdómar Umræðustjóri: Hákon Gunnarsson, IMG Ritari: Björgvin Harri Bjarnason, Samherji hf. Fyrirlestrar 1. Hugsanlegir sjúkdómar í þorskeldi á Íslandi - Sjúkdómar og rannsóknabörf, Sigurður Helgason, Tilraunastöð HÍ í meinafræði 2. Sjúkdómar - forvarnir, Rannveig Björnsdóttir, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. 3. Aðstæður til sjókvíaeldis á þorski við Ísland, Steingrímur Jónsson, Hafrannsóknastofnunin 4. Hafis við strendur Íslands, Þór Jakobsson, Veðurstofu Íslands 5. Umhverfismál þorskeldis, Þorleifur Eiríksson, Náttúrustofa Vestfjarða	Aðrir þátttakendur 1. Bergljót Magnadóttir, Tilraunast. HÍ í meinafræði 2. Bjarnheiður Guðmundsd. Tilraunastöð HÍ í meinafræði 3. Gísli Jónsson, dýralæknir fisksjúkdóma 4. Halla Jónsdóttir, Fiskistofu 5. Heiðrún Guðmundsdóttir, Hollustuvernd 6. Hafsteinn Guðfinnsson, Hafrannsóknastofnunin 7. Héðinn Valdimarsson, Hafrannsóknastofnunin 8. Magnús Freyr Ólafsson, VST 9. Matthías Eydal, Tilraunastöð HÍ í meinafræði
Hópur 3: Matfiskeldi Umræðustjóri: Pétur Bjarnason, Fiskifélag Íslands Ritari: Ragnar Jóhannsson, Iðntæknistofnun Fyrirlestrar 1. Matfiskeldi á þorski, Björn Björnsson, Hafrannsóknastofnunin 2. Sjókvíar, takmarkanir og möguleikar, Jón Þórðarsson, Háskólinn á Akureyri 3. Fóður og fóðurgerð, Jón Árnason, Fóðurverksmiðjan Laxá	Aðrir þátttakendur 1. Hjalti Bogason, Samherji hf. 2. Hjalti Karlsson, Hafrannsóknastofnunin 3. Logi Jónsson, Háskóli Íslands 4. Karl Már Einarsson, Hraðfrystihús Eskifjarðar hf. 5. Sjöfn Sigurgísladóttir, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins 6. Soffía Vala Tryggvadóttir, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins 7. Snorri Gunnarsson, Stofnfiskur hf. 8. Valdimar Ingi Gunnarsson, starfsmaður verkefnisins

Hópur 4: Seiðaeldi og kynbætur	Aðrir þátttakendur
Umræðustjóri: Erlendur Jónsson, RANNÍS Ritari: Helgi Thorarensen, Hólaskóli	1. Arnar Jónsson, Fiskeldi Eyjafjarðar hf. 2. Albert K. Imsland, Aquaplan-Niva 3. Eygló Harðardóttir, Þorskur á þurru landi ehf. 4. Jóhann Sigurjónsson, Hafrannsóknastofnunin 5. Kristinn Hugason, sjávarútvegsráðuneytið 6. Magnús Stefánsson, Hafrannsóknastofnunin 7. Matthías Oddgeirsson, Hafrannsóknastofnunin 8. Theodór Kristjánsson, Stofnfiskur hf. 9. Teitur Arnlaugsson, Samherji hf.
Fyrirlestrar 1. Klakfiskur; gæði eggja og lirfa, Guðrún Marteinsdóttir, Háskóli Íslands 2. Þorskseiðaeldi hjá Hafrannsóknastofnuninni, Agnar Steinarsson, Hafrannsóknastofnunin 3. Forvarnir í seiðaeldi, Sigríður Guðmundsdóttir, Tilraunastöð HÍ í meinafræði 4. Þorskur: Kynbætur - Framtíðarsýn, Jónas Jónasson og Theodór Kristjánsson, Stofnfiskur hf.	
Hópur 5: Líffræði þorsks og veiðar	Aðrir þátttakendur
Umræðustjóri: Eggert Tryggvason, IMG Ritari: Óttar Már Ingvason, Útgerðarfélag Ak. hf.	1. Erlendur Bogason, Samherji hf. 2. Hreiðar Valtýsson, Hafrannsóknastofnunin 3. Ketill Elíasson, smábátasjómaður 4. Kristján Þórarinnsson, LÍÚ 5. Runólfur Guðmundsson, Guðmundur Runólfsson hf. 6. Sindri Sigurðsson, Síldarvinnslan hf. 7. Þórarinn Ólafsson, Hraðfystihúsið-Gunnvör hf.
Fyrirlestrar 1. Útbreiðsla og magn þorskungviðis, Ólafur K. Pálsson, Hafrannsóknastofnunin 2. Veiðar á þorski til áframeldis, Einar Hreinsson, Netagerð Vestfjarða hf. og Háskólinn á Akureyri	