

HV 2023-09
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Þorskátak – framvinduskýrsla fyrir árið 2022

Ingibjörg G. Jónsdóttir, Christophe Pampoulie, Einar Hjörleifsson, Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir, Haseeb Randhawa, Höskuldur Björnsson, Jón Sólmundsson

HAFNARFJÖRÐUR - MARS 2023

Þorskátak – framvinduskýrsla fyrir árið 2022

*Ingibjörg G. Jónsdóttir, Christophe Pampoulie, Einar Hjörleifsson,
Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir, Haseeb Randhawa,
Höskuldur Björnsson, Jón Sólmundsson*

Upplýsingablað

Titill: Þorskátak – framvinduskýrsla fyrir árið 2022		
Höfundar: Ingibjörg G. Jónsdóttir, Christophe Pampoulie, Einar Hjörleifsson, Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir, Haseeb Randhawa, Höskuldur Björnsson, Jón Sólmundsson		
Skýrsla nr. HV 2023-09	Verkefnisstjóri: Ingibjörg G. Jónsdóttir	Verknúmer: 15799
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 15	Útgáfudagur: 23. mars 2023
Unnið fyrir: <i>Hafrannsóknastofnun</i>	Dreifing: Opið	Yfirfarið af: <i>Klara B. Jakobsdóttir</i>
Ágrip <i>Ingibjörg G. Jónsdóttir, Christophe Pampoulie, Einar Hjörleifsson, Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir, Haseeb Randhawa, Höskuldur Björnsson, Jón Sólmundsson, 2023. Þorskátak – framvinduskýrsla fyrir árið 2022. HV-2023-09</i> Í byrjun árs 2022 hófst átaksverkefni í þorskrannsóknunum og áætlað er að verkefnið taki fimm ár. Í verkefninu er lögð áhersla á þrjú meginviðfangsefni, öll með það að markmiði að bæta ráðgjöf um veiðar á íslenska þorsstofninum. Þessari skýrslu er ætlað að gefa yfirlit yfir framgang verkefnisins árið 2022 en jafnframt er tekin saman staða þekkingar, viðfangsefni í upphaflegri áætlun sem og ný forgangsroðun. Viðfangsefnin þrjú eru stofngerð þorsks, útbreiðsla ungvíðis og fæðuvistfræði þorsks. Helstu verkefni árið 2022 voru að safna sýnum og gögnum varðandi stofngerð og útbreiðslu ungvíðis; Erfðasýnum var safnað, bæði í leiðöngrum og úr lönduðum afla, sníkjudýr voru skoðuð í þorski fyrir norðan og sunnan land, þorskur var merktur með slöngumerkjum í níu leiðöngrum allt í kringum landið og þorskur var merktur með rafeindamerkjum við Suðvesturland og á Dohrnbanka. Auk þess var farið í leiðangur til að meta útbreiðslu þorskungviðis frá Austurlandi norður fyrir að Vestfjörðum. Fyrir fæðuvistfræði þorsks verða notuð gögn sem eru nú þegar til staðar og er úrvinnsla þeirra hafin.		

Abstract

Ingibjörg G. Jónsdóttir, Christophe Pampoulie, Einar Hjörleifsson, Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir, Haseeb Randhawa, Höskuldur Björnsson, Jón Sólmundsson, 2023. Cod – progress report for 2022. HV-2023-09.

In 2022 a cod research project was initiated. The project is set up as a five-year project with the overall goal to improve management of the Icelandic cod stock. The project focuses on three main subjects; stock structure, juvenile distribution, and food ecology of cod. In 2022 emphasis was on collecting samples; genetic samples, both from cruises and catches, parasites in cod north and south of Iceland, tagging of cod with data storage tags (DST) in south-west Iceland and Dohrn Bank, tagging with T-tags in nine cruises around Iceland, and juveniles distribution was studied east and north of Iceland.

Lykilorð: þorskur, erfðafræði, fæðuvistfræði, sníkjudýr, merkingar, rafeindamerki, þorskungviði

Undirskrift verkefnisstjóra:

Ingibjörg G. Jónsd

Undirskrift sviðsstjóra:

Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir

Töfluskra.....	i
Myndaskra.....	i
Inngangur	1
Núverandi þekking.....	1
Viðfangsefni verkefnisins.....	3
Stofngerð þorsks.....	3
Útbreiðsla ungvíðis	4
Fæðuvistfræði þorsks	4
Framvinda árið 2022.....	5
Forgangsröðun	5
Stofngerð þorsks.....	5
Útbreiðsla ungvíðis	8
Fæðuvistfræði þorsks	10
Kynningar á efni verkefnisins.....	12
Lokaorð	13
Þakkarorð	13
Heimildir	14

Töfluskra

Tafla 1. Fjöldi erfðasýna safnað í marsralli (SMB), netaralli (SMN), haustralli (SMH) og úr afla.	6
Tafla 2. Fjöldi sýna safnað til athugunar á sníkjudýrum í þorski.....	6
Tafla 3. Yfirlit yfir stöðu greinina á sníkjudýrum á 100 þorskum sem var safnað árið 2022.	7
Tafla 4. Fjöldi merktra þorska árið 2022.	7
Tafla 5. Fjöldi einstaklinga safnað í B10-2022.	9

Myndaskra

1.mynd. Staðsetningar þar sem sníkjudýr voru skoðuð í þorski. Sýndar eru 100 og 200 m dýptarlínur.....	6
2.mynd. Ferill úr rafeindamerki B3790. Fiskurinn var merktur í apríl en endurheimtist í október 2022. Grænn ferill sýnir hitastig (skali til vinstri) og blár ferill sýnir dýpi (skali til hægri). Á kortinu til vinstri sést merkingastaður (blár punktur) og endurheimtustaður (rauður punktur).	8
3.mynd. Staðsetningar stöðva í leiðangri B10-2022 á rannsóknaskipinu Bjarna Sæmundssyni (rauðir punktar) og með landnót (svartir punktar). Sýndar eru 100 og 200 m dýptarlínur.....	9
4.mynd. Útbreiðsla 0-3 ára þorsks í leiðangri B10-2022. Sýndar eru 100 og 200 m dýptarlínur.....	10
5.mynd. Daglegt meðalát þorsks eftir aldri í mars árin 1996-2022. Ath. mismunandi skala á y-ás.....	11
6.mynd. Daglegt meðalát þorsks eftir aldri í október árin 1996-2022. Ath. mismunandi skala á y-ás.	12

Inngangur

Seinni hluta árs 2021 var tekin saman staða þekkingar á íslenska þorskstofninum og sérstaklega metið hvar þekkingu skorti. Í framhaldinu var skrifuð verkáætlun sem myndi veita svör við helstu rannsóknaspurningum sem brenna á okkur varðandi íslenska þorskstofninn. Um er að ræða metnaðarfullt verkefni sem tekur á stofngerð, ungiði og fæðuvistfræði þorsks (sjá viðfangsefni síðar). Gert var ráð fyrir fimm ára átaksverkefni Hafrannsóknastofnunar sem unnið yrði í samvinnu við Stjörnu Odda, Háskóla Íslands, Háskólasetur og útgerðina. Áætlaður heildarkostnaður við verkefnið var áætlaður um 1 milljarður króna eða 200 milljónir árlega í fimm ár.

Í fjárlögum fyrir árið 2022 var gert ráð fyrir sérstakri fjárveitingu upp á 97 milljónir til þorskannsóknna og ljóst að ekki yrði hægt að fara í alla verkþætti sem voru settir fram í upphaflegri verkáætlun. Því var verkefnum forgangsraðað og í byrjun árs 2022 hófst vinna samkvæmt nýrri áætlun í verkefninu. Í þessari skýrslu er tekin saman staða þekkingar, viðfangsefni í upphaflegri áætlun verkefnisins, forgangsroðun og framgangur þess árið 2022.

Núverandi þekking

Fiskveiðar eru ein helsta útflutningsgrein Íslendinga og hafa fiskistofnar við landið alltaf verið þjóðhagslega mikilvægir. Þorskur er ein verðmætasta tegund botnfiska við Ísland en hann hefur verið veiddur hér við land frá landnámsöld (Jón Jónsson, 1947). Árlegur afli hefur sveiflast á bilinu 146 til 546 þús. tonn frá árinu 1920. Á síðustu áratugum hefur stofnstærð þorsks sveiflast umtalsvert. Upp úr 1950 var hrygningarstofninn um 700 þús. tonn en minnkaði niður fyrir 200 þús. tonn á tíunda áratugnum. Frá aldamótum hefur hrygningarstofninn stækkað og síðasta áratug hefur hann verið á bilinu 300-500 þús. tonn (Hafrannsóknastofnun, 2021).

Þorskur við Ísland er talinn tilheyra einum stofni (Sigfús A. Schopka, 1994) og við stjórnun veiða er gert ráð fyrir að stofninn sé ein heild. Hins vegar hafa rannsóknir bent til þess að þorskstofninn við Ísland samstandi af mismunandi stofneiningum en það liggur þó ekki alveg ljóst fyrir hvernig sú uppbygging er. Í byrjun 21. aldarinnar voru þrjár mismunandi aðferðir notaðar (lögun kvarna (Ingibjörg G. Jónsdóttir *o.fl.*, 2006a), efnafræði kvarna (Ingibjörg G. Jónsdóttir *o.fl.*, 2006b), og erfðafræði (Pampoulie *o.fl.*, 2006)) til að greina á milli þorsks sem hrygndi fyrir norðan, sunnan, og djúpt suður af landinu. Nauðsynlegt er að skilja betur stofngerð þorsks við Ísland, breytileikann í stofngerðinni ásamt því að fylgjast þarf með veiðiálagi á mismunandi stofneiningar. Með því er frekar hægt að varðveita fjölbreytileika stofnsins og veita betri ráðgjöf um nýtingu hans.

Þorskur er botnfiskur og finnst allt í kringum Ísland. Hann er algengur á allt að 400 m dýpi en getur einnig verið dýpra. Aðal hrygningarsvæði þorsks eru við suður og vesturströnd Íslands en hann hrygnir einnig á öðrum svæðum umhverfis landið (Ingibjörg G. Jónsdóttir *o.fl.*, 2019). Framlag hrygningarsvæða fyrir heildarnýliðun þorsks er mismunandi milli ára en líffræðilegir þættir ásamt umhverfi (s.s. hafstraumar og sjávarhiti) skipta miklu máli fyrir útbreiðslu og lifun ungvíðis (Begg og Guðrún Marteinsdóttir, 2002a, 2002b; Brickman *o.fl.*, 2007).

Lítið er vitað um lífssögu þorsks fyrstu þrjú æviárin en almennt er mjög erfitt að rannsaka ungvíði í sjó og Hafrannsóknastofnun fer ekki reglulega í leiðangra þar sem rannsóknir beinast að fyrstu æviskeiðum þorsks. Samkvæmt merkingarannsóknnum virðist ókynþroska þorskur vera tiltölulega staðbundinn á uppeldissvæðum þar til hann nær kynþroska en þá færir hann sig á hrygningarsvæði (Kristinn Sæmundsson *o.fl.*, 2020). Hrygningarstofn þorsks hefur stækkað frá aldamótum en nýliðun í veiðistofn hefur ekki aukist á sama tíma. Ástæða þess er ekki ljós og nauðsynlegt að skoða hvaða þættir skipta þar máli (bæði líffræðilegir þættir og umhverfisþættir). Að auki er ekki vitað hvert framlag mismunandi hrygningarsvæða er til mismunandi uppeldissvæða. Aukið misræmi í vísitölum 1-3 ára þorsks á þessari öld bendir til hærri dánartölu hjá 1 og 2 ára þorski en ekki er vitað hvað veldur þessari hækkun.

Að hrygningu lokinni færir þorskur sig af hrygningarsvæðum yfir á fæðusvæði. Hækkun sjávarhita hefur líklega haft áhrif á staðsetningu fæðusvæða en við slíkar umhverfisbreytingar aðlagast þorskur að nýjum svæðum. Fyrstu tvo áratugi síðustu aldar fór hrygning aðallega fram við suður- og suðvesturströndina en fæðuslóðir voru fyrir vestan, norðan og austan land (Árni Friðriksson, 1949). Í lok 3. áratugarins urðu fæðugöngur á Grænlandsmið algengari en í byrjun 4. áratugarins fór hrygning þorsks að dreifast meira umhverfis landið. Eftir 1942 fóru göngur þorsks aftur að færast í það horf sem var fyrir hlýnun upp úr 1920 og þorskur sem hrygnði við Suðvesturland gekk helst á fæðusvæði norðvestur af landinu en að hluta til einnig á svæði fyrir norðan og austan (Jón Jónsson, 1996). Að lokum hafa nýlegar merkingar bent til þess að þorskur sem hrygnir við suðvestan- og vestanvert landið gangi nú norður fyrir land í fæðuleit (Ingibjörg G. Jónsdóttir *o.fl.*, 2021).

Gögn úr rafeindamerkjum hafa leitt í ljós ólíkt atferli þorsks við Ísland. Annars vegar er þorskur sem heldur sig grunnt allt árið (grunnfarsþorskur) og hins vegar þorskur sem fer á meira dýpi á fæðutíma (djúpfarsþorskur) (Ólafur K. Pálsson og Vilhjálmur Þorsteinsson, 2003; Vilhjálmur Þorsteinsson *o.fl.*, 2012). Enn aðrir þorskar fylgja ekki þessu atferli heldur fara bæði grunnt og djúpt í fæðuleit. Þorskar sem sýna mismunandi atferli geta verið á sama hrygningarsvæði þó þeir séu aðskildir á fæðutíma. Erfðafræðirannsóknir á grunn- og djúpfarsþorskum sýna að atferlisgerðirnar endurspeglar staðbundna aðlögun þessara tveggja hópa (Berg *o.fl.*, 2017).

Landfræðileg dreifing atferlisgerða, hlutfall þeirra á hrygningarsvæðunum og áhrif þeirra á stofngerð er óþekkt.

Á síðustu 20 árum hefur stofnstærð þorsks aukist (Hafrannsóknastofnun, 2021). Það skýrist helst af lægra veiðialagi sem leitt hefur til stærri hrygningarstofns. Á sama tíma hefur aldursdreifing þorsks breyst og hlutfall eldri þorsks hefur hækkað. Lífssaga, svo sem útbreiðsla, far og fæðuvistfræði, eldri einstaklinga getur haft áhrif á þorsk og vistkerfið í gegnum afrán og sjálfrán. Loðna er aðalfæða þorsks og mikilvæg fyrir stofninn. Á þessari öld hefur far loðna breyst verulega en núna er loðna styttri tíma á íslenska hafsvæðinu þar sem unglöðna heldur sig nú aðallega á grænlandska landgrunninu (Birkir Bárðarson *o.fl.*, 2021). Þessar breytingar geta haft mikil áhrif á ástand þorskstofnsins. Fæða þorsks breytist eftir því sem þorskur stækkar og fiskur, þ.á.m. þorskur, er hærra hlutfall af fæðu stærri þorsks (Ólafur K. Pálsson og Höskuldur Björnsson, 2011). Því má leiða líkur að því að sjálfrán gæti hafa aukist, bæði í tengslum við minna magn loðnu og meira magns eldri þorsks. Þó sjálfrán aukist þarf það ekki að þýða minni nýliðun því með stærri hrygningarstofn er lagt af stað með fleiri lírfur. Aukið sjálfrán getur hins vegar verið ein möguleg skýring á að minna verður úr stórum árgöngum eins árs þorsks en áður.

Viðfangsefni verkefnisins

Í verkefninu er lögð áhersla á þrjú megin viðfangsefni sem eru stofngerð þorsks, útbreiðsla ungvíðis og fæðuvistfræði þorsks.

Auk þess að leita svara við þessum grunnspurningum munu niðurstöðurnar tengjast inn í ráðgjöf þorsks. Óútskýrt misræmi í vísitölum ungborsks ásamt misræmis milli metinnar stofnstærðar og stofnvísitalna valda erfiðleikum í stofnmatslíkönum. Vegna þessa misræmis var forsendum í stofnmatslíkanum breytt árið 2021 meðal annars þannig að vísitölur ungborsks fengu minna vægi í líkaninu. Með niðurstöðum úr verkefninu er verið að leggja grunn að því að skilja betur þessa þætti þannig að hægt sé að bæta fiskveiðiráðgjöf með nýjum upplýsingum sem notaðar eru í stofnmatslíkönum.

Stofngerð þorsks

Helstu rannsóknaspurningarnar í þessum verkhluta eru: Hvaða stofneininga þorsks (m.t.t. erfðafræði og atferlis) þarf að taka tillit til í stofnmati til að veita betri ráðgjöf? Hver eru tengsl þessara hópa við Grænlandsmið?

Fyrri rannsóknir hafa sýnt mun milli hrygningarhópa þorsks (Ingibjörg G. Jónsdóttir *o.fl.*, 2006a; Pampoulie *o.fl.*, 2006; Gróa Pétursdóttir *o.fl.*, 2006; McAdam *o.fl.*, 2012) en stöðugleiki þessara hópa hefur ekki verið rannsakaður. Ekki hefur heldur verið skoðað hvaða þátt mismunandi atferlisgerðir spila í stofngerðarmynstri þorsks við Ísland.

Stofngerð þorsks verður skoðuð með tilliti til staðsetningar (suður/norður) og atferlisgerða (grunnfar/djúpfar). Gögnin munu einnig nýtast til að skoða tengsl þorsks við Ísland og Grænland.

Þessi hluti mun veita upplýsingar um:

- Kortlagningu á stofngerð þorsks við Ísland þar sem áhersla verður lögð á hrygningarþorsk,
- hlutfall atferlisgerða þorsks innan hrygningarsvæða,
- betri þekkingu á tengslum þorsks milli Íslands og Grænlands.

Útbreiðsla ungvíðis

Helstu rannsóknaspurningarnar í þessum verkhluta eru: Hver eru helstu uppeldissvæði þorsks og hvernig er útbreiðsla þorskungvíðis? Af hvaða hrygningarsvæðum koma flest seiði og hvar alast þau upp? Hvert er mikilvægi grunnslóðar sem uppeldissvæði? Hvernig er útbreiðsla ungvíðis tengd dýpi og sjávarhita?

Þorskungvíði (0-3 ára) er á grunnsævi á landgrunninu en útbreiðsla ungvíðis á þessum svæðum og mikilvægi mismunandi svæða sem uppeldissvæði eru að mestu leyti óþekkt.

Uppeldissvæði þorsks verða kortlögð með fyrirbyggjandi gögnum Hafrannsóknastofnunar. Einnig verður safnað nýjum gögnum um erfðafræði ungvíðis á grunnslóð og landgrunninu en slíkum gögnum hefur ekki verið safnað áður. Gögnin verða einnig nýtt til að meta tengslin milli uppeldis- og hrygningarsvæða.

Þessi hluti mun veita upplýsingar um:

- Útbreiðslu þorskungvíðis við Ísland,
- mikilvægi grunnslóðar og landgrunns sem uppeldissvæða,
- hlutfall mismunandi atferlisgerða og hrygningarsvæða til uppeldissvæða/nýliðunar,
- áhrif umhverfispátta á útbreiðslu ungvíðis,
- afföll ungvíðis.

Fæðuvistfræði þorsks

Helstu rannsóknaspurningarnar í þessum verkhluta eru: Hver er helsta fæða þorsks eftir svæðum og árstíðum? Er fæðunám þorsks tengt magni og breytingum á útbreiðslu loðnu? Hafa breytingar á magni/útbreiðslu loðnu áhrif á ástand/vöxt þorsks og hafa breytingarnar áhrif á sjálfrán þorsks?

Loðna er aðal fæðutegund þorsks en stækkun þorskstofnsins og breytingar í útbreiðslu loðnu gætu haft áhrif á útbreiðslu þorsks, ástand hans og dánartölu. Að auki gæti það hafa leitt til aukins sjálfráns þorsks.

Notuð verða fyrirbyggjandi gögn en magasýnum hefur verið safnað reglulega um árabíl, bæði á köldum og hlýjum tímabilum en einnig þegar lífmassi loðnu var lítill og mikill. Þessi gögn verða skoðuð með tilliti til samspils þorsks og loðnu.

Þessi hluti mun veita upplýsingar um:

- Fæðu þorsks með tilliti til árstíðar, aldurs og svæðis,
- áhrif loðnumagns á ástand og vöxt þorsks,
- sjálfrán þorsks.

Framvinda árið 2022

Forgangsröðun

Árið 2022 er fyrsta ár verkefnisins. Áætlaður kostnaður reyndist hærri en sú fjárhæð sem fékkst fyrir verkefnið það ár og því þurfti að forgangsráða fyrirhuguðum verkefnum með tilliti til þess. Í upphaflegri áætlun var gert ráð fyrir sýnasöfnun (erfðasýni, magasýni, þorskungviði), greiningu sýna (erfðafræði, dægurhringir, efnafræði kvarna), þorskmerkingum með rafeindamerkjum og slöngumerkjum, og töluverðri gagnagreiningu (merkingar, útbreiðsla ungvíðis og fæðugögn). Ákveðið var að leggja áherslu á gagnasöfnun en leggja minni áherslu á úrvinnslu. Því voru engin erfðasýni greind, ekki var farið í að safna fleiri magasýnum úr afla, lestri dægurhringja var sleppt, ekki var lokið við greiningu sníkjudýra, efnagreining kvarna fór ekki fram og takmarkaður tími fór í úrvinnslu gagna. Einnig voru merkingar með rafeindamerkjum umfangsminni en upphaflega var gert ráð fyrir.

Stofngerð þorsks

Nokkrar aðferðir verða notaðar til að skoða stofngerð og atferli þorsks; erfðafræði, göngur, atferli, sníkjudýr og efnafræði kvarna. Þessum gögnum er ekki safnað reglulega og því þarf að safna nýjum gögnum til að svara þeim spurningum sem lagðar voru fram. Því var áherslan í þessum verkhluta lögð á söfnun nýrra sýna og merkingar. Engin sýni voru send í greiningu á árinu.

Erfðasýni: Erfðasýnum var safnað í rannsóknaleiðöngrum og úr aflasýnum (Tafla 1). Sýni voru tekin úr öllum aldurshópum. Söfnun sýna gekk vel og náðist nokkurn veginn að safna þeim

sýnum sem upphaflega var lagt út með. Helst vantaði upp á sýnatöku úr aflu en gert var ráð fyrir að safna 2000 sýnum en 1505 voru tekin. Áætlað er að halda sýnatöku áfram árið 2023.

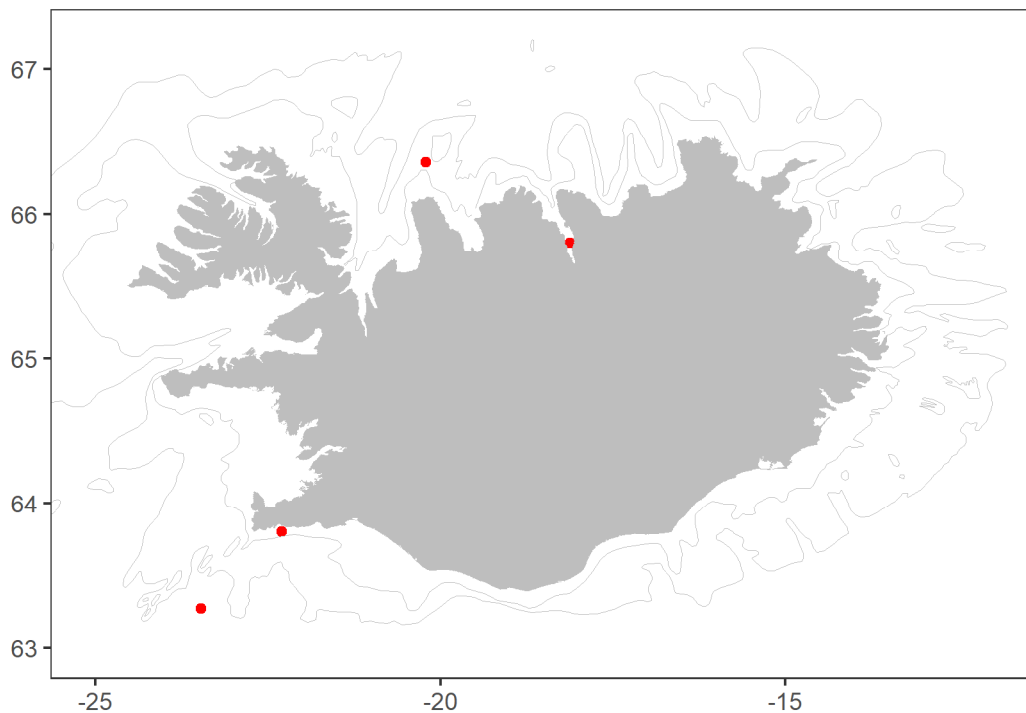
Tafla 1. Fjöldi erfðasýna safnað í marsralli (SMB), netaralli (SMN), haustralli (SMH) og úr aflu.

	SMB	SMN	SMH	Aflasýni
Fjöldi erfðasýna	1124	862	513	1505

Sníkjudýr: Hundrað þorskum var safnað á fjórum svæðum, grunnt og djúpt, bæði fyrir norðan og sunnan land (1. mynd; Tafla 2).

Tafla 2. Fjöldi sýna safnað til athugunar á sníkjudýrum í þorski.

	Grunnt - norður	Grunnt - suður	Djúpt - norður	Djúpt - suður
Fjöldi sýna	30	15	30	25



1. mynd. Staðsetningar þar sem sníkjudýr voru skoðuð í þorski. Sýndar eru 100 og 200 m dýptarlínur.

Þorskarnir eru krufðir og öll sníkjudýr sem eru utanáliggjandi og innvortis greind til tegunda og talin. Sú vinna er í gangi en búið er að greina 46-84% sýnanna (Tafla 3). Niðurstöður úr þessum greiningum verða bornar saman við erfðafræði, löggun og efnafræði kvarna þessara sömu þorska.

Tafla 3. Yfirlit yfir stöðu greinina á sníkjudýrum á 100 þorskum sem var safnað árið 2022.

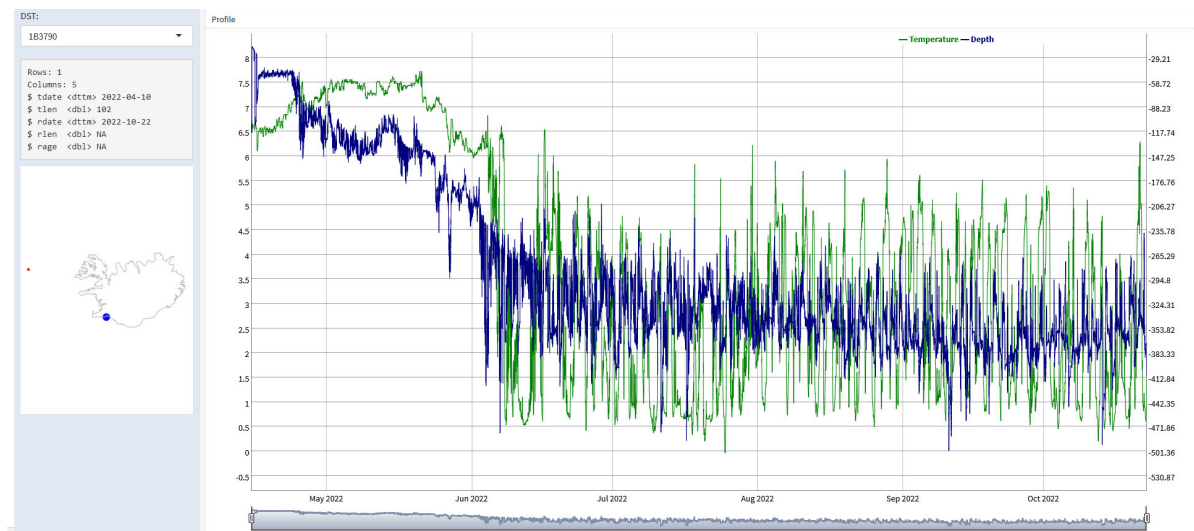
Staðsetning sníkjudýra	Líffæri	% líffæra sem búið er að greina
Utan á fisknum	Kjaftur, roð, tálkn, uggar, nasir	83,8
Meltingarfæri	Lifur, gallblaðra, magi, þarmar, skúflangar, líkamshol	45,9
Önnur líffæri	Augu, heili, hjarta, mæna, kynkirtlar, vöðvar, þvagblaðra	58,2

Göngur og atferli: Merkingar hófust aftur árið 2019 eftir nokkuð hlé en árin 2019-2021 var eingöngu merkt með slöngumerkjum. Árið 2022 var merkt bæði með slöngu- og rafeindamerkjum en þorskur var síðast merktur með rafeindamerkjum árið 2004. Rafeindamerkingar árið 2022 fóru eingöngu fram grunnt á aðalhrygningarsvæði þorsks við Suðvesturland og á Dohrnbanka en nauðsynlegt verður að merkja með rafeindamerkjum á sem flestum hrygningarsvæðum.

Merkingar þorsks fóru fram í 9 leiðöngrum á árinu (Tafla 4). Alls voru 5865 þorskar merktir en þar af voru 358 þorskar merktir með rafeindamerkjum. Mest var merkt á hrygningarsvæðum í apríl. Í byrjun janúar 2023 var búið að endurheimta 17 rafeindamerki (Tafla 4). Dæmi um feril úr rafeindamerki má sjá á 2. mynd, en þessi þorskur var merktur við Þorlákshöfn 9. apríl 2022 og hann endurheimtist á Dohrnbanka 22. október 2022. Í júní var hann kominn í hitaskil þar sem hann flakkaði milli 0-6°C og var á 150-500 m dýpi.

Tafla 4. Fjöldi merktra þorska árið 2022.

Svæði	Leiðangur	Mánuður	Fjöldi slöngumerki	Fjöldi rafeindamerki	Fjöldi endurheimt rafeindamerki
Við Grímsey	B4-2022	Mars	580		
Knarrarrós	NTH1-2022	Apríl	211	75	9
Þorlákshöfn	NTH1-2022	Apríl	560	76	5
SA-land	NSI1-2022	Apríl	495		
Við Blönduós	NHA1-2022	Apríl	835		
Breiðafjörður	NMA1-2022	Apríl	1050		
Vestmannaeyjar	NFR1-2022	Apríl	524		
Langanesgrunn	B8-2022	Júlí	31		
Sporðagrunn	B8-2022	Júlí	330		
Dohrnbanki	A11-2022	Október	1054	207	3
Arnarfjörður	B10-2022	Október	291		
Heildarfjöldi			5961	358	17



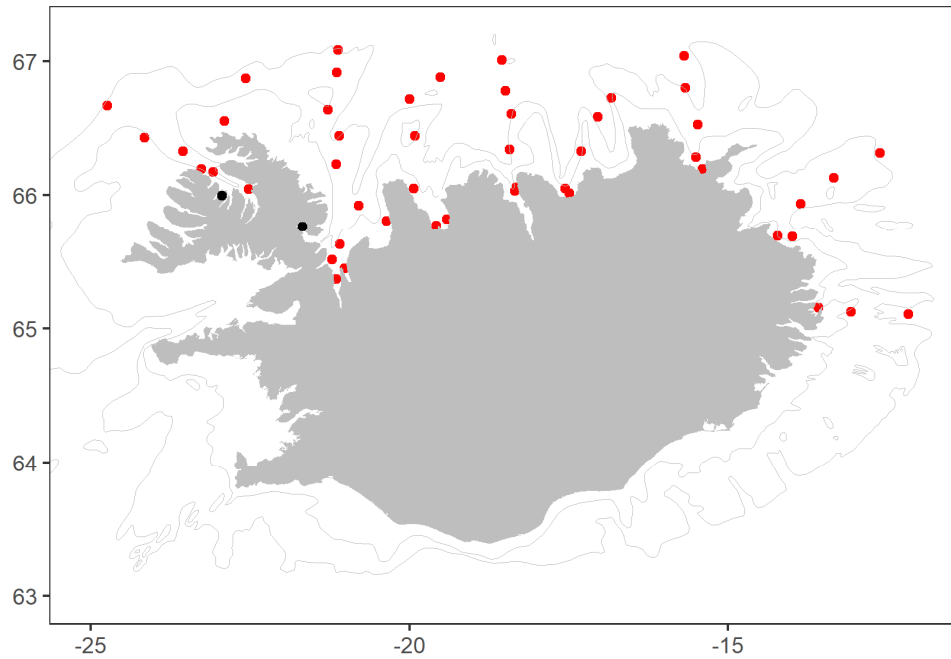
2.mynd. Ferill úr rafeindamerki B3790. Fiskurinn var merktur í apríl en endurheimtist í október 2022. Grænn ferill sýnir hitastig (skali til vinstri) og blár ferill sýnir dýpi (skali til hægri). Á kortinu til vinstri sést merkingastaður (blár punktur) og endurheimtustaður (rauður punktur).

Útbreiðsla ungvíðis

Farið var í leiðangur á rs. Bjarna Sæmundssyni frá 12. – 20. september 2022. Markmiðið var að afla upplýsinga um þorskungviði við Ísland. Þorskungviði (0-3 ára) er á grunnsævi en einnig á landgrunninu en útbreiðsla ungvíðis á þessum svæðum og hlutfallslegt mikilvægi mismunandi svæða sem uppeldissvæði eru að mestu leyti óþekkt. Í leiðangrinum var safnað nýjum gögnum um erfðafræði ungvíðis á grunnslóð og á landgrunninum en slíkum gögnum hefur ekki verið safnað áður. Allri sýnatöku er lýst í handbókinni ‚Handbók um sýnatöku þorskungviðis haustið 2022‘ (Ingibjörg G. Jónsdóttir o.fl., 2022).

Alls voru teknar 49 stöðvar og farið var yfir allt helsta svæðið þar sem von var á þorskungviði (3. mynd). Notuð var rækjuvarpa og stöðvarnar voru á 19-380 m dýpi. Einnig voru teknar 2 stöðvar upp í fjöruborði en þá var notuð landnót sem tveir aðilar drógu á milli sín.

Stefnt var að því að mæla og taka erfðasýni úr 15 einstaklingum úr hverjum aldursflokk á hverri stöð (4 aldursflokkar; 0-3 ára) en sjaldnast fengust 15 einstaklingar í öllum aldursflokkum. Alltaf fékkst einhver þorskur á hverri stöð þó þeir gætu verið mjög fáir í nokkrum tilvikum. Í heild voru kvarnaðir 1213 þorskar sem dreifðust ágætlega milli aldursflokka (Tafla 5). Allir kvarnaðir þorskar voru lengdarmældir, vigtaðir óslægðir, kvarnir voru fjarlægðar ásamt því að erfðasýni var tekið. Að auki var slægð þyngd og þyngd lifurs skráð fyrir 1-3 ára þorska ásamt því að þeir voru kyn og kynþroskagreindir. Lapillus kvarnir voru teknar úr 0 ára þorski þannig að hægt sé að lesa dægurhringi (þ.e. hversu margra daga gömul seiðin eru). Að lokum var fæða greind úr mögum 5 þorska úr hverjum aldurshóp á hverri stöð.

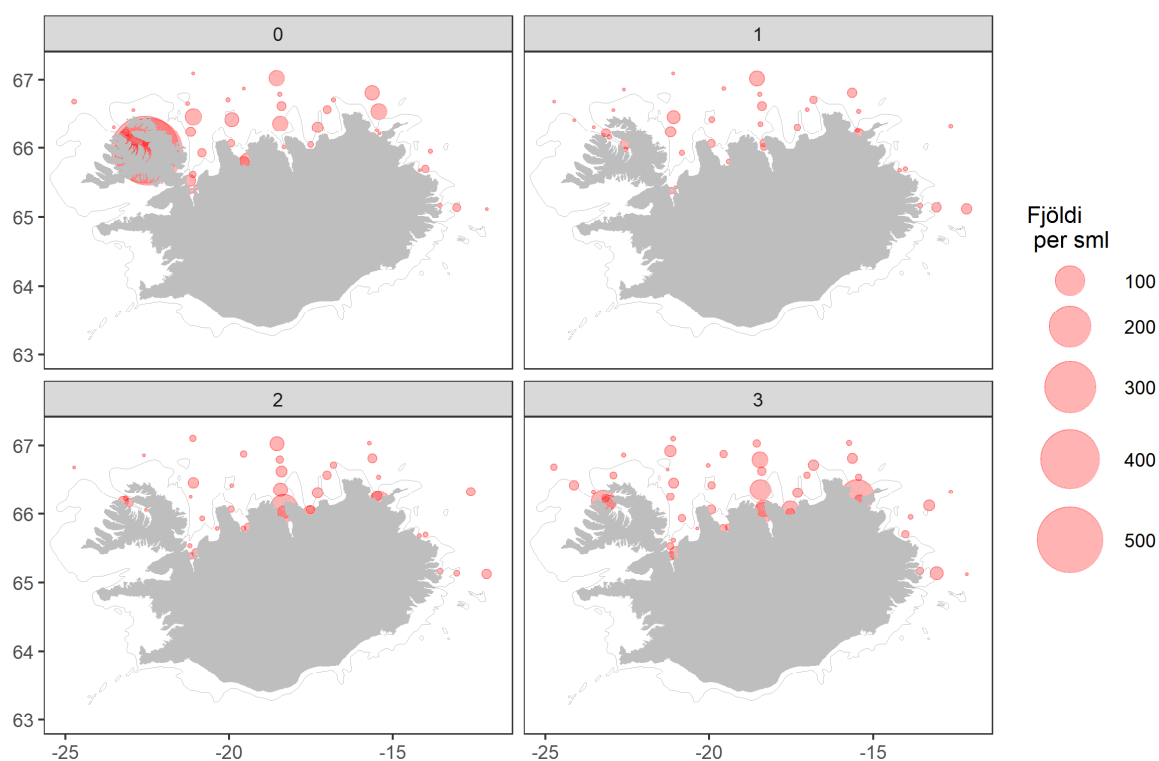


3.mynd. Staðsetningar stöðva í leiðangri B10-2022 á rannsóknaskipinu Bjarna Sæmundssyni (rauðir punktar) og með landnót (svartir punktar). Sýndar eru 100 og 200 m dýptarlínur.

Tafla 5. Fjöldi einstaklinga safnað í B10-2022.

Lengdarbil	5-15 cm: 0-ára	16-26 cm: 1 árs	27-37 cm: 2 ára	38-54 cm: 3 ára
Fjöldi einstaklinga	293	252	364	301

Almennt var minnst af þorskungviði á sniðunum tveimur fyrir austan land (4. mynd). Einnig var minna af þorskungviði á ytri stöðvunum út af Vestfjörðum. Lang mest var af 0 ára þorski í Ísafjarðardjúpi en mest var af 2 og 3 ára þorski út af Norðurlandi.



4.mynd. Útbreiðsla 0-3 ára þorsks í leiðangri B10-2022. Sýndar eru 100 og 200 m dýptarlínur.

Fæðuvistfræði þorsks

Fæðugreiningar úr þorskmögum hafa verið gerðar reglulega í leiðöngnum Hafrannsóknastofnunar um árabíl og engum nýjum gögnum verður safnað fyrir þennan verkhluta. Gert er ráð fyrir að nota gögn úr nokkrum mismunandi leiðöngnum; marsralli, haustralli en einnig að skoðuð verði gögn sem safnað hefur verið af fiskiskipum.

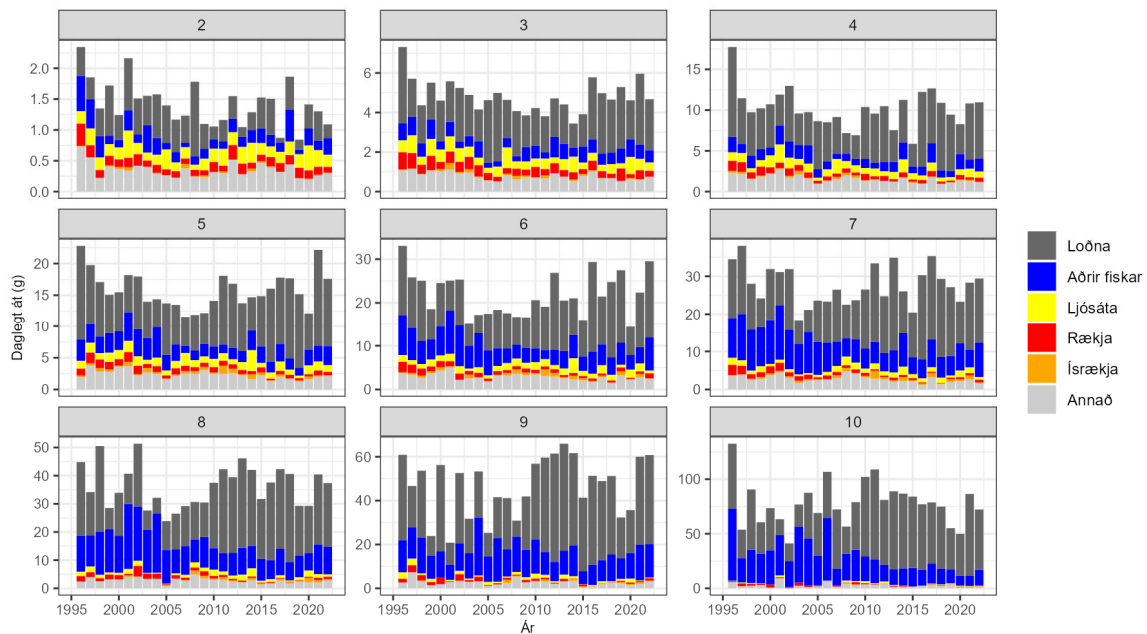
Vinna hófst við að skoða gögn sem til eru í gagnagrunni Hafrannsóknastofnunar. Töluvert var af villum í innsletti fæðugagna, sérstaklega á fyrstu árum fæðugreiningar. Fyrsta verkið var því að yfirfara gögnin og leiðrétta villur áður en frekari úrvinnsla gat hafist.

Byrjað var á að leggja mat á daglegt meðalát þorsks en daglegt meðalát hvers fisks á hverjum fæðuhópi (D_c) er hægt að meta út frá þyngd hvers fæðuhóps (W_f), lengd fisksins (L) og hitastigi sjávar í umhverfi fisksins (T),

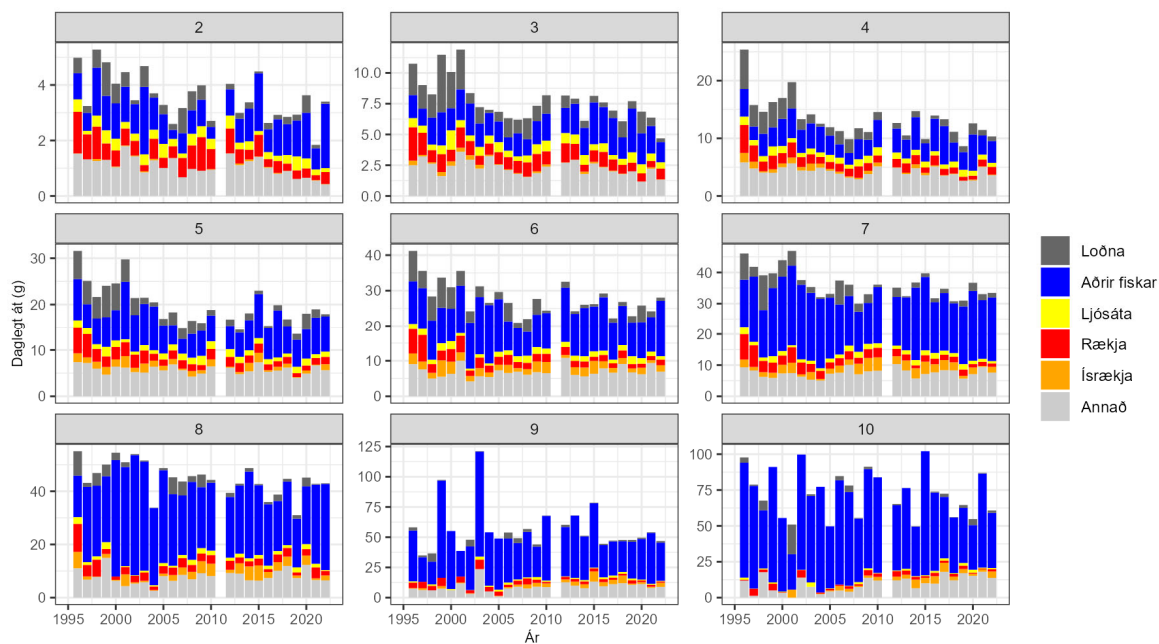
$$D_c = 2.6 \left(\frac{L_p}{40} \right)^{1.15} 1.09^{T-6} \sqrt{W_f}$$

Loðna er mikilvæg fæða allra aldurshópa þorsks í mars en mikilvægi hennar eykst með aldri þorsks (5. mynd). Í október eru aðrir fæðuhópar algengari í fæðunni en ýmsar fiskitegundir verða algengari eftir því sem þorskurinn eldist (6. mynd). Almennt er daglegt meðalát hvers aldurshóps meira í október en í mars, enda fiskarnir orðnir stærri vegna sumarvaxtar og sjávarhiti að jafnaði hærri.

Daglegt meðalát eldri þorsks á loðnu í mars jókst frá árinu 2010 (5. mynd). Daglegt meðalát 2-7 ára þorsks í október var meira fyrir og um aldamót heldur en eftir, en slíka breytingu var ekki að sjá hjá eldri þorski (6. mynd).



5.mynd. Daglegt meðalát þorsks eftir aldri í mars árin 1996-2022. Ath. mismunandi skala á y-ás.



6.mynd. Daglegt meðalát þorsks eftir aldri í október árin 1996-2022. Ath. mismunandi skala á y-ás.

Kynningar á efni verkefnisins

Niðurstöður úr verkefninu voru kynntar á ráðstefnum, í viðtölum og birtar í greinum og skýrslum á árinu 2022:

- Höskuldur Björnsson. Capelin in stomach samples from Icelandic waters. Fyrirlestur haldinn á Capelin Symposium í Bergen, 10.-13. október 2022.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir. Merkingar og endurheimtur á fiskum við Ísland. Fyrirlestur haldinn á Sjávarútvegsráðstefnunni í Hörpu, Reykjavík, 10.-11. nóvember 2022.
- Golin, F., Randhawa, H.S. Using parasites for ecotype discrimination of Icelandic cod. Veggspjald á ráðstefnu Vistfræðifélagsins, Hafnarfirði, 28. apríl 2022.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir. Viðtal í Dýraspjallinu á Rás 1 föstudaginn 9. desember 2022.
- Merkingar Hafrannsóknastofnunar á þorski. Fiskifrétir 2. júní 2022.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Christophe Pampoulie, Einar Hjörleifsson, Höskuldur Björnsson, Jón Sólmundsson 2022. Handbók um sýnatöku þorskungviðis haustið 2022. Kver KV2022-14. 13 bls.
- Valur Bogason, Jón Sólmundsson, Höskuldur Björnsson, Ásgeir Gunnarsson, Hlynur Pétursson, Ingibjörg G. Jónsdóttir, Magnús Thorlacius, Svandís Eva Aradóttir 2022. Stofnmæling hrygningarporsks með þorskanetum (SMN) 2022 – framkvæmd og helstu niðurstöður. Haf- og vatnarannsóknir HV2022-26.
- Pampoulie, C., Berg, P.R., Jentoft, S. 2022. Hidden but revealed: After years of genetic studies behavioural monitoring combined with genomics uncover new insight into the population dynamics of Atlantic cod in Icelandic waters. Evolutionary Applications. Doi: 10.1111/eva.13471

Lokaorð

Nauðsynlegt var að hefja átak í þorskrannsóknnum þar sem enn er mörgum spurningum ósvarað um vistfræði þorsks við Ísland. Vegna forgangsroðunar árið 2022 var áhersla lögð á að afla nýrra gagna. Undantekning er fæðuvistfræðihlutinn þar sem úrvinnsla er hafin. Á næstu árum er mikilvægt að tryggja styrki til úrvinnslu gagna.

Mikilvægt var að ná erfðasýnum úr þorski sem hægt verður að greina á komandi árum. Einnig var mikilvægt að koma slöngu- og rafeindamerkjum í sjó því það tekur tíma að fá niðurstöður úr merkingarannsóknnum þar sem fiskar endurheimtast í mörg ár eftir merkingar. Að sama skapi var mikilvægt að merkja þorsk á Dohrnbanka og styrkja þannig rannsóknir okkar á tengingu og göngum þorsks milli Íslands og Grænlands. Merkingar með rafeindamerkjum á hrygningartíma árið 2022 fóru eingöngu fram við Knarrarós og Þorlákshöfn en nauðsynlegt er að merkja á öðrum hrygningarsvæðum við Ísland. Eldri rafeindamerkingar voru að mestu leyti sunnan og vestan við landið en fáar merkingar voru gerðar fyrir norðan land.

Annar sambærilegur styrkur fékkst fyrir árið 2023. Aftur var verkefnum forgangsraðað og ákveðið hefur verið að vinna áfram að öflun nýrra gagna en lögð verði meiri áhersla á úrvinnslu gagna en á árinu 2022. Helstu verkefni ársins 2023 verða:

- Öflun nýrra gagna:
 - greina hluta af erfðasýnum,
 - afla fleiri sýna fyrir sníkjudýragreiningar,
 - halda áfram merkingum með áherslu á rafeindamerki,
 - efnagreining kvarna,
 - yfirfara kynþroskagreiningu þorsks.
- Greining gagna:
 - taka saman gögn um fæðuvistfræði þorsks m.t.t. svæða og tíma,
 - taka saman niðurstöður úr merkingum 2019-2022,
 - koma með leiðbeiningar um kynþroskagreiningu þorsks,
 - meta ástand þorsks m.t.t. loðnu,
 - skoða útbreiðslu þorskungviðis,
 - skoða aðgreiningu þorsks með sníkjudýrum.

Þakkarorð

Vinnan í verkefninu var margþætt og það voru fjölmargir sem komu að henni. Meðal verkefna var að undirbúa og skipuleggja sýnatöku og leiðangra, taka þátt í leiðöngnum, afla sýna í landsýnatöku, vinna sýni í landi og vinna úr gögnum. Allir þeir sem tóku þátt, bæði á sjó og í landi, fá bestu þakkir fyrir þeirra framlag. Klara B. Jakobsdóttir fær þakkir fyrir yfirlestur og góðar ábendingar.

Heimildir

- Árni Friðriksson. (1949). Boreo-tended changes in the marine vertebrate fauna of Iceland during the last 25 years. *Rapports et Procés-Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 125, 30–32.
- Begg, G. A. og Guðrún Marteinsdóttir. (2002a). Environmental and stock effects on spawning origins and recruitment of cod *Gadus morhua*. *Marine Ecology Progress Series*, 229, 263–277.
- Begg, G. A. og Guðrún Marteinsdóttir. (2002b). Environmental and stock effects on spatial distribution and abundance of mature cod *Gadus morhua*. *Marine Ecology Progress Series*, 229, 245–262.
- Berg, P. R., Star, B., Pampoulie, C., Bradbury, I. R., Bentzen, P., Hutchings, J. A., Jentoft, S., o.fl. (2017). Trans-oceanic genomic divergence of Atlantic cod ecotypes is associated with large inversions. *Heredity*, 119, 418–428.
- Birkir Bárðarson, Kristinn Guðnason, Warsha Singh, Hildur Pétursdóttir og Sigurður Þ. Jónsson. (2021). Loðna (*Mallotus villosus*). Í Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratuga, pp. 31–34. Ritstjóri Guðmundur. J. Óskarsson. Hafrannsóknastofnun, Haf- og vatnarannsóknir, HV2021-14.
- Brickman, D., Guðrún Marteinsdóttir, Logemann, K. og Harms, I. H. (2007). Drift probabilities for Icelandic cod larvae. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 49–59.
- Gróa Pétursdóttir, Begg, G. A. og Guðrún Marteinsdóttir. (2006). Discrimination between Icelandic cod (*Gadus morhua* L.) populations from adjacent spawning areas based on otolith growth and shape. *Fisheries Research*, 80, 182–189.
- Hafrannsóknastofnun. (2021). Þorskur. *Gadus morhua*. Tækniskýrslur Hafrannsóknastofnunar. Hafrannsóknastofnun.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Campana, S. E. og Guðrún Marteinsdóttir. (2006a). Otolith shape and temporal stability of spawning groups of Icelandic cod (*Gadus morhua* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 63, 1501–1512.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Campana, S. E. og Guðrún Marteinsdóttir. (2006b). Stock structure of Icelandic cod *Gadus morhua* L. based on otolith chemistry. *Journal of Fish Biology*, 69, 136–150.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Woods, P., Klara B. Jakobsdóttir, Jónas P. Jónasson, Bjarki Þ. Elvarsson og Jón Sólmundsson. (2019). Life history of juvenile Icelandic cod. Hafrannsóknastofnun, Haf- og vatnarannsóknir, HV2019-61.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Jón Sólmundsson, Einar Hjörleifsson, Magnús Thorlacius og Hjalti Karlsson. (2021). *Göngur og atferli þorsks: Þorskerkingar við Ísland í rúma öld*. Náttúrufræðingurinn, 91, 5–15.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Pampoulie, C., Einar Hjörleifsson, Höskuldur Björnsson og Jón Sólmundsson. (2022). *Handbók um sýnatöku þorskungviðis haustið 2022*. Hafrannsóknastofnun, Kver, KV2022-14, 1–13.
- Jón Jónsson. (1947). *Þorskveiðar og þorskrannsóknir við Ísland*. Náttúrufræðingurinn, 1, 7–16.
- Jón Jónsson. (1996). *Tagging of cod (Gadus morhua) in Icelandic waters 1948-1986*. Rit Fiskideildar, 14, 1–82.
- Kristinn Sæmundsson, Jónas P. Jónasson, Begg, G. A., Hjalti Karlsson, Guðrún Marteinsdóttir og Ingibjörg G. Jónsdóttir. (2020). Dispersal of juvenile cod (*Gadus morhua* L.) in Icelandic waters. *Fisheries Research*, 232, 105721.
- McAdam, B. J., Grabowski, T. B. og Guðrún Marteinsdóttir. (2012). Identification of stock components using morphological markers. *Journal of Fish Biology*, 81, 1447–1462.
- Ólafur K. Pálsson og Vilhjálmur Þorsteinsson. (2003). Migration patterns, ambient temperature, and growth of Icelandic cod (*Gadus morhua*): evidence from storage tag data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60, 1409–1423.
- Ólafur K. Pálsson og Höskuldur Björnsson. (2011). Long-term changes in tropic patterns of Iceland cod and linkages to main prey stock sizes. *ICES Journal of Marine Science*, 68, 1488–1499.

Pampoulie, C., Ruzzante, D. E., Chosson, V., Þóra D. Jörundsdóttir, Taylor, L., Vilhjálmur Þorsteinsson, Anna K. Daníelsdóttir, *o.fl.* (2006). The genetic structure of Atlantic cod (*Gadus morhua*) around Iceland: insight from microsatellites, the Pan I locus, and tagging experiments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63, 2660–2674.

Sigfús A. Schopka. (1994). Fluctuations in the cod stock off Iceland during the twentieth century in relation to changes in the fisheries and environment. *ICES Marine Science Symposia*, 198, 175–193.

Vilhjálmur Þorsteinsson, Ólafur K. Pálsson, Gunnar G. Tómasson, Ingibjörg G. Jónsdóttir og Pampoulie, C. (2012). Consistency in the behaviour types of the Atlantic cod: repeatability, timing of migration and geo-location. *Marine Ecology Progress Series*, 462, 251–260.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna