

# Umhverfismál þorskeldis

Þorskeldi í sjó við strendur landsins (mynd 1) eykst ár frá ári og eru miklar vonir bundnar við þennan atvinnuveg.

Til að þorskeldi í sjó gangi vel er mikilvægt að umhverfis- aðstæður séu góðar og kemur þar margt til s.s. dýpi, skjól, straumar, blöndun, hitastig, aðgengi, lagnaðarís, brennihveljur og fleira.

Að áhrif eldisins á umhverfið séu ásætlanleg er ekki síður mikilvægt til að þorskeldi gangi til framtíðar. Þorskeldi eins og aðrar framkvæmdir hefur ákveðin áhrif á umhverfið, sem ekki er hægt að komast hjá. Í byrjun eldisins þarf að skilgreina þessi áhrif og gæta þess síðan að áhrif haldist innan þeirra marka.

Séu áhrif að stigmagnast, er eldið greinilega ekki í sátt við umhverfið og því eitthvað að. Annað sem ástæða er til að varast er að eldið skilji eftir sig varanleg ör á landinu, sé því hætt.

Ávinningur rannsókna á umhverfisáhrifum er að hægt verður að fylgjast mjög náði með, og bregðast við, neikvæðum umhverfisáhrifum t.d. með að færa sjókvíar á nýja staði. Með þessu móti mun náttúran sjálf sjá um að ná fyrri ástandi og þar með gera fiskeldi í sjókvíum að sjálfbærri eldi.

Hluti af rannsóknum á um-

hverfinu eru bæði mikilvægar til að fiskeldi gangi vel og til að takmarka umhverfisáhrif. Rannsóknir á umhverfinu eru því forsenda þess að vel takist til bæði hvað varðar áhrif umhverfisins á fiskeldið og á áhrif fiskeldisins á umhverfið.

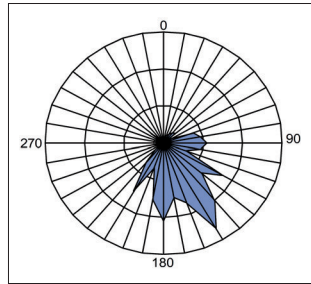
## Staðarval

Með rétttri staðsetningu eldiskvía má komast hjá mörgum vandamálum og því mikilvægt að skilgreina staði m.t.t. fiskeldis, bæði að staðurinn henti til fiskeldis og að umhverfisáhrif á staðnum verði ásætlanleg. Til að velja réttan stað þarf að skoða landslag á botni, mæla strauma og lýsa lífríkinu og meta verndargildi og þolmörk.

## Landslag á botni

Mikilvægast er að ekki séu þröskuldar í firðinum eða dældir í botninum þannig að úrgangur safnist fyrir. Í slíkum dældum geta vatnskipti verið ónóg og því orðið súrefnisskortur sem hindrar niðurbrot efna. Almenn er mikilvægt að straumur sé nægur til að nægilegt súrefni berist að og að súrefni blandist í botnsetið.

Skjólmiklir staðir innst í fjörðum geta því verið varasamir af þessum sökum og mikilvægt að taka mið af sem flestum þáttum þegar staður er valinn.



Mynd 2. Straumrós.

## Straumur

Rannsóknir á straumum eru mikilvægar til að skilgreina umhverfi sjókvía, m.a. vegna þess að straumur flytur úrgangsefni. Straumi er oft lýst með svokallaðri straumrós en á henni sjást mismunandi straumstefnur og styrkur yfir ákveðið tímabil (mynd 2). Mikilvægt er að mæla straum bæði á aðfalli og útfalli og ekki er víst að straumur við yfirborð sé sami og við botn. Út frá upplýsingum í straumrós er hægt að reikna meðalstraumstefnu og styrk og þannig fá meðaltílfærslu agna í ákveðna átt.

Þeim mun meiri tilfærsla agna eða efna í ákveðna átt, þess betra er það því þá er minni hætt á að áburðarefni safnist fyrir og þörungablómi verði í kvíunum eða að súrefnisskortur verði.

Út frá umhverfismálum er það ekki endilega meðalstraumstyrkur sem skiptir

Höfundar greinarinnar eru dr. **Porleifur Eiríksson** á Náttúrustofa Vestfjarða. og dr. **Porleifur Ágústsson**, starfsmaður Matis á Ísafirði og stjórnarformaður Náttúrustofu Vestfjarða.



Porleifur Eiríksson.



Porleifur Ágústsson.

mestu máli þó að mikilvægt sé að straumur sé á svæðinu, heldur er það mikilvægt hversu mikill straumurinn getur orðið um stuttan tíma því þá rótast upp í botninum og súrefni kemst að sem eykur hraða á niðurbroti lífræna efna (mynd 3).

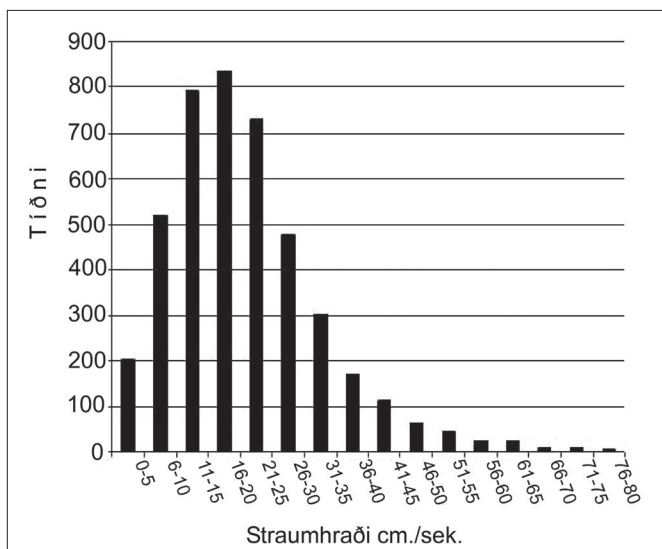
Það skiptir einnig miklu máli hvað mesti straumur getur orðið mikill því það getur farið að hafa neikvæð áhrif á fiskeldið, t.d. að pokar byrji að leggjast saman.

## Lífríki á botni

Áður en fiskeldi hefst er nauðsynlegt að meta verndargildi staðarins t.d lífríkis botnsins. Til að meta verndargildi lífríkis þarf að taka tillit til margra þátta sem eru m.a. lífmagn eða framleiðsla, fjölbreytileiki, mikilvægi fyrir lífverur annarsstaðar og það atriði sem skiptir einna mestu máli og það er hversu sérstakt lífríkið er bæði á svæðinu og í víðara samhengi. Sérstáða vistkerfa er mjög mismunandi, allt frá því að vistkerfið sé mjög algengt, eða ríkjandi vistkerfi á ákveðnu svæði, í það að vera einstakt á svæðinu eða á landinu öllu. Sérstöðu er hægt að meta með því að lýsa vistkerfum á staðaðan hátt og reikna síðan hvað er líkt og hvað er ólíkt á milli vistkerfa. Niðurstaðan er í sjálfu sér margvöld, en oft sett fram í klasagreiningu, sem



Mynd 1. Sjókvíar í Álfafirði.



Mynd 3. Tíðnidreifing á straumstyrk.

raðar vistkerfum saman eftir því hvað þau eru lík (mynd 4).

**Flokkun staða m.t.t. mengunar**

Það myndi auðvelda staðarval fyrir fiskeldi í sjó ef til væri flokkunarkerfi fyrir, eftir því hvað þeir væru viðkvæmir fyrir lífrænni mengun. Slík flokkun þyrfti að vera einföld þannig að raunhæft sé að afla nauðsynlegra upplýsinga um mismunandi staði m.t.t. viðtakans. Flokkunin verður að vera viðurkennd, þannig að væntanlegir fiskeldisaðilar geti treyst því að sé unnið í samræmi við flokkun viðtakans þá sé fiskeldið í samræmi við almennar kröfur.

Markmiðið með slíkri flokkun er að flokkunin sé notuð til að skipuleggja fiskeldi miðað við aðstæður, svo að engum umhverfiskröfum sé fórnað

**Vöktun**

Fiskeldi getur valdið mengun sem nauðsynlegt er að fylgjast með. Mengun má skipta í þrjá aðalflokka, þ.e. 1) efnamengun s.s. kopar, sink og þrávirk efni. 2) áburðarefni, sem geta valdið ofauðgun s.s. kolefni, fosfór og köfnunarefni og 3) lífrænar agnir, sem geta valdið uppsöfnun lífrænna efna við eldiskvíar.

Eftir að fiskeldi hefst í sjókvíum er nauðsynlegt að fylgjast með mismunandi um-

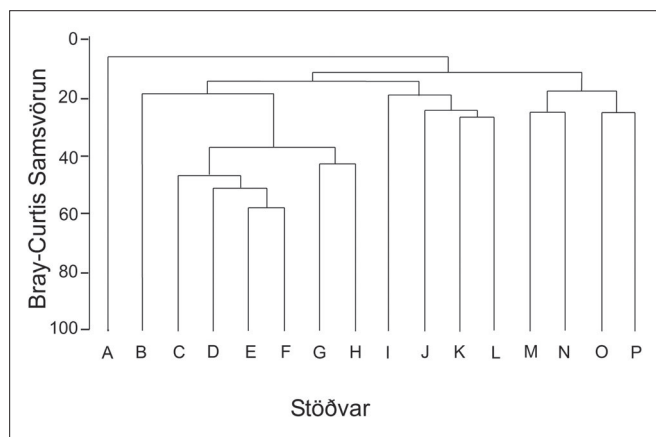
hverfisþáttum til að tryggja að þeir haldi sig innan skilgreindra marka. Þessir þættir eru m.a. áburðarefni, blómgun þörungna og botndýralíf.

Skipta má markmiðum rannsókna á þorskelddi í sjókvíum upp í tvo megin þætti: 1) umhverfi vatnsbólans og 2) umhverfi botns.

**Áburðarefni í vatnsbol**

Frá fiskeldi berast áburðarefni, sem í miklu magni geta valdið auknum vexti þörungna. Þörungar geta valdið vandræðum séu þeir í of miklu magni og einnig geta vaxið eitradír þörungur.

Frá upphafi rannsókna á þorskelddi í sjókvíum hefur verið lögð áhersla á umhverfissvöktun. Með hátækniþúnaði



Mynd 4. Klasagreining á skyldleika umhverfis.



Mynd 5. Umhverfissvöktunartæki kemur upp úr sjó.

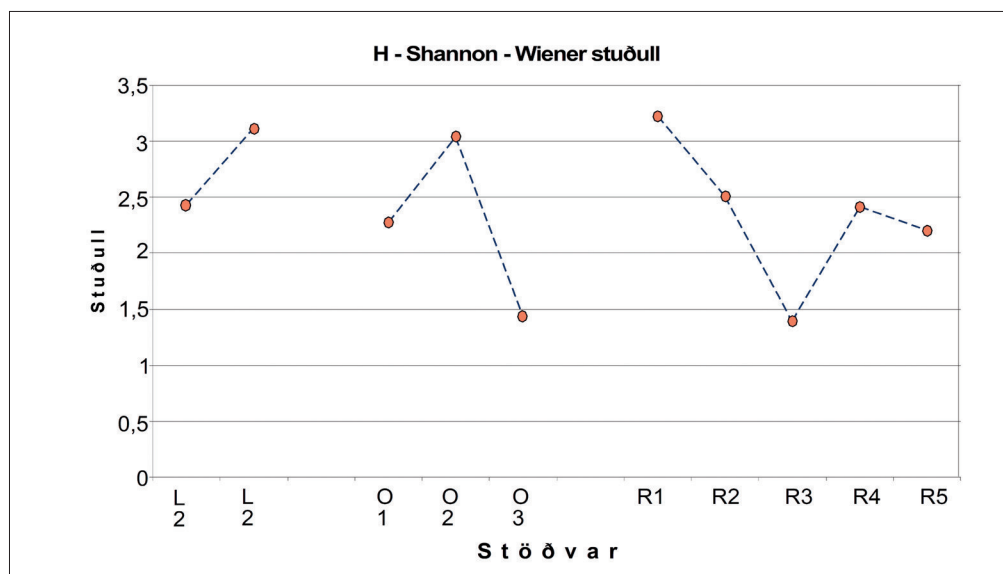
er hægt að fylgjast mjög náíð með öllum breytingum sem eiga sér stað í umhverfi sjókvía. Matís hefur yfir að ráða fullkomnu vöktunartæki sem mælir m.a. leiðni, seltu, hitastig, dýpi, straum, súrefni og blaðgrænu (mynd 5).

Með því að mæla blaðgrænu reglulega er hægt að

fylgjast með heildarmagni þörungna. Sýni af þörungum eru síðan tekin reglulega til að skoða þörungna nánar. Á sama hátt eru efnasýni tekin reglulega til að fylgjast með magni áburðarefna.

**Botnfall lífrænna efna**

Frá fiskeldiskvíum kemur



Mynd 6. Mismunandi fjölbreytni sýnd með Shannon-Wiener stuðli.



mikið magn lífræns efnis, bæði ónotað fóður og skítur úr fiskinum, sem getur safnast upp á botninum.

Fjölbreytileiki er einn mælikvarði á ástand lífríkisins. Með því að mæla og meta breytingar í samsetningu dýrategunda á og í botni er því hægt að fylgjast mjög náíð með t.d. áhrifum lífræns úrgangs frá sjókvíum. Til að bera saman fjölbreytni ólíkra svæða eða sama svæðis á mismunandi tímum eru reiknaðir út staðlaðir stuðlar, svokallaðir fjölbreytileikastuðlar. Til eru margir mismunandi stuðlar en t.d. má nefna Shannon-Wiener stuðul (mynd 6). Þegar fjölbreytni minnar lækkar stuðullinn og því hægt að gera grein fyrir breytingum á fjölbreytileika án þess að fjalla um einstakar tegundir eða hópa.

#### Rannsóknir á botndýrum

Við rannsóknir á botndýrum er fyrsta stigið að taka sýni með botngreip af einhverju



Mynd 7. Sýnataka með Van Veen greip.

tagi, en af þeim eru margar gerðir fyrir mismunandi aðstæður (mynd 7). Áður en fiskeldi hefst á nýjum stað þarf að taka sýni á völdum stöðum til að skilgreina ástand lífríkisins áður en fiskeldi hefst. Ekki er nægilegt að taka eitt sýni heldur verður að taka nokkur því eitt sýni getur gefið ranga mynd tilviljun. Til að geta sagt til með einhverju öryggi að breytingar hafa orðið verður að taka meðaltal og meta öryggismörk meðaltalsins. Oftast eru því tekin þrjú til fimm sýni. Sýnunum er komið fyrir í ílátum með geymsluvökva, oftast formalíni eða alkóhólí. Sýnin geymast þá lengi og hægt að vinna úr þeim síðar. Tiltölulega fljótlegt er að taka sýni og ganga frá þeim til geymslu. Það er því ekki ástæða til að spara sýnatöku því alvarlegt getur verið á síðari stigum ef sýni vantar frá ákveðnu svæði.

Úrvinnsla á sýnum hefst með því að þau eru sigtuð

# Viðskiptahúsið

## SJÁVARÚTVEGSSVIÐ



Ráðgjöf og umsjón með kaupum

og sölu á fyrirtækjum í sjávarútvegi.

Skipasala og bátasala - innlend sem erlend.

Miðlun aflahlutdeilda og aflamarks.

Áratuga þekking og reynsla.

Velkomin í viðskipti



## Viðskiptahúsið

Skúlagötu 1 • 101 Reykjavík • Sími: 566 8800 • 566 8802  
E-mail: [vidskiptahusid@vidskiptahusid.is](mailto:vidskiptahusid@vidskiptahusid.is) • [www.vidskiptahusid.is](http://www.vidskiptahusid.is)





Mynd 8. Sigtun á síni.

með hæfilega fínu sigti (mynd 8) til að safna þeim lífverum sem áhugi er fyrir. Við rannsóknir á botndýrum er oft notað hálf mm sigti, en þá verður eftir mikið af krabbadýrum, skeldýrum og burstormum.

Eftir að sigtun er lokið þarf að tína dýrin úr sýnunum og greina þau til tegunda eða hópa. Þessi vinna fer fram undir víðsjá (mynd 9) og er tímafreakasti liður rannsóknarinnar og lítið hægt að gera til að flýta fyrir. Eftir að greiningu lýkur eru niðurstöður settar fram í töflum og fjölbreytni og fleira reiknuð. Niðurstöður eru síðan bornar saman við niðurstöður úr fyrri sýnatökum og þannig hægt að meta áhrif eldisins. Þekking á lífríkinu áður en fiskeldi fer af stað gerir mögulegt að fylgjast með hvaða áhrif eldið hefur á umhverfið.

**Vísitægundir**

Eins og fram hefur komið eru rannsóknir á fjölbreytni botndýrasamfélaga tímafreakar og þar af leiðandi einnig dýrar, en æskilegt væri að þróa aðferðir til að geta fylgst stöðugt með breytingum á samfélögum. Til þess er verið að þróa aðferðir til að nota svokallaðar vísitægundir til að sýna hvað breytingar eru að verða á samfélaginu, án þess að skoða alla lífveruhópa, heldur einungis fáar tegundir. Í sinni einföldustu mynd er bara fylgst með breytingum í fjölda einnar tegundar, eða hlutfallslegum fjölda tveggja tegunda. Ástæða þess að þetta er mögulegt er að tegundir dýra bregðast mismunandi við lífrænni mengun. Þannig sést á mynd 10 að hausormar, eða burstormar af ættinni Caprellidae eru margir þar sem mengun er mest en lítið af



Mynd 9. Greining á dýrum undir víðsjá.

öðru, en þar sem mengun er minni er meira af öðrum tegundum.

**Hvöld eldissvæða**

Frá stórrí eldiskví kemur svo mikið botnfall að nauðsynlegt er að skipuleggja hvöld svæða til að niðurbrot haldi í við uppsöfnun lífrænna efna.

Hvöld eldissvæða er hægt að skipuleggja í tveimur fös-um. Í fyrsta lagi þarf að skilgreina eldissvæði fyrir eina kvíapýrpingu, þar sem svæðið er nokkrum sinnum flatarmál fiskeldiskvíanna. Kvíarnar eru síðan færðar til innan þess svæðis þannig að botnfallið dreifist yfir hið skilgreinda svæði og niðurbrots-

kraftar, dýr og örverur, sem háðar eru súrefni virki á fullum afköstum.

Komi það í ljós að niðurbrotskraftar haldi ekki í við uppsöfnun lífrænna leifa, þá og þá fyrst er nauðsynlegt að friða svæðið til að uppsafnaður lífrænn úrgangur nái að brotna niður.

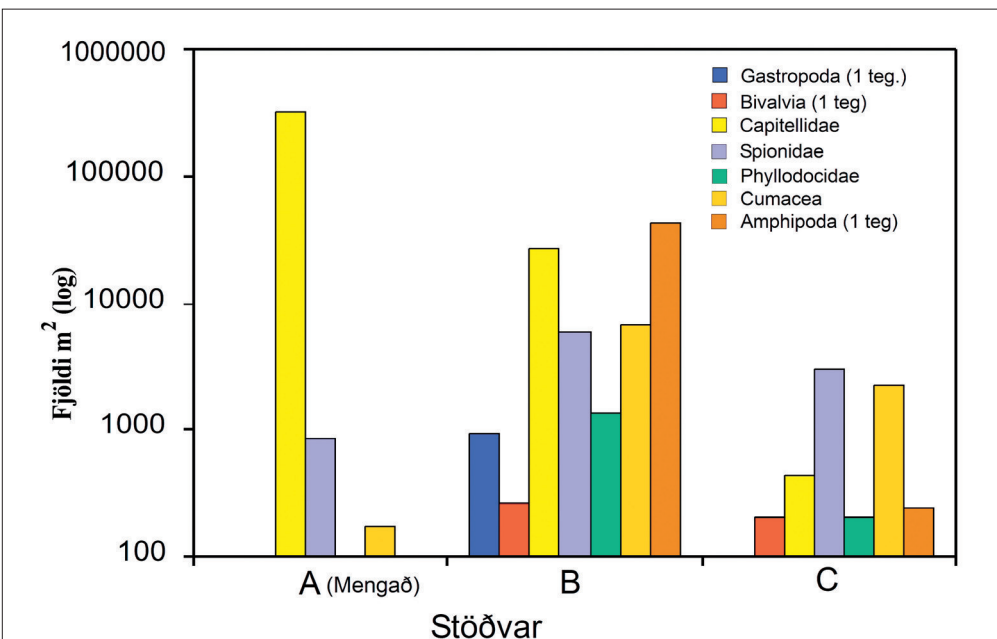
**Sjálfbærni**

Með rannsóknum á umhverfi sjókvía er hægt að skipuleggja hvöld eldissvæða. Slík hvöld gefur umhverfinu tækifæri á að endurheimta fyrri fjölbreytileika og sem til lengri tíma lítið gerir sjókvíaeldi sjálfbært og vistvænt.

**Lokaorð**

Þorskelldi í sjókvíum hefur aukist mjög við strendur Íslands. Þessari aukningu fylgir aukið álag á lífríki sjávarins sökum þess að sjókvíar eru opin eldiskerfi og því ekki hægt að koma í veg fyrir að mengun af völdum lífræns úrgangs geti átt sér stað. Því má segja að með auknu eldisálagi fylgi alltaf neikvæð áhrif á umhverfi sjókvía.

Til að þessi atvinnugrein fái þrífist í sátt við umhverfið er nauðsynlegt að skipuleggja eldið frá byrjun og það verður ekki gert nema vandaðar rannsóknir á umhverfinu liggi fyrir áður en byrjað er á eldi og síðan þarf að fylgjast stöðugt með.



Mynd 10. Fjöldi einstaklinga af mismunandi hópum miðað við mismunandi mengun.