

Útbreiðsla og árstíðasveiflur

Sveinn Margeirsson lauk B.Sc. í matvælafræði 2001 og M.Sc. í iðnaðarverkfræði 2003 frá Háskóla Íslands. Hann er nú Ph.D. nemi í iðnaðarverkfræði við Háskóla Íslands. Sveinn hefur starfað hjá Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins frá 2001, fyrst sem M.Sc. nemi en nú sem Ph.D nemi og verkefnisstjóri. Rannsóknir hans beinast einkum að því að bæta heildarstjórnun á virðisikeðu matvæla með samtengingu upplýsinga um hræfni, vinnslu og markað.



Páll Jenson er iðnaðar- og vélaverkfræðingur. Hann lauk fyrrihlutaprófi í vélaverkfræði frá HÍ 1969, lokaprófi í iðnaðarverkfræði frá DT 1972 og doktorsprófi í aðgerðarannsóknum við sama skóla 1975. Páll var forstöðumaður Reiknistofnunar HÍ árið 1977 og var skipaður prófessor í iðnaðar- og vélaverkfræði við HÍ árið 1987. Rannsóknir hans hafa einkum snúist um hagnýtingu reiknilíkana í íslensku atvinnulífi.



Dr. Guðmundur R. Jónsson, prófessor við véla- og iðnaðarverkfræðiskor, útskrifaðist sem vélaverkfræðingur frá HÍ 1981. Hann lauk civ.ing.-prófi frá DTH í Danmörku 1983, Tekn.lic.-prófi í stærðfræðilegri tölfraði frá Háskólanum í Lundi 1990 og Tekn.Dr.-prófi frá sama skóla 1996.



Sigurjón Arason lauk B.Sc. í efnafræði frá Háskóla Íslands 1974 og M.Sc. í efnaverkerfræði við Tækniháskólann í Kaupmannahöfn 1977. Hann hefur starfað sem sérfræðingur hjá Rannsóknastofnun fiskiðnarins frá 1978, deildarstjóri tæknideildar 1979–1996, staðgengill forstjóra 1989–1996 og yfirverkfræðingur á rannsóknasviði frá 1996. Sérsvið Sigurjóns er verkefnastjórnun, kennsla, upplýsingatækni, ráðgjöf, nýting sjávarfangs, vinnsluferlar, vöruþróun, geymsluþol, orkunotkun, frýsting og þurrkun.



Útdráttur

Data concerning number of nematodes (*Pseudoterranova decipiens* and *Anisakis simplex*) in cod were analysed. The data were collected in the project Processing forecast of cod, from 2001–2005. Results indicate a considerable spatial, but less seasonal, difference in number of nematodes in cod. Not all fishing locations were comparable, due to lack of data, but of those who were compared, fewest nematodes/kg were found in cod caught far off from Vestfirðir. Spatial analysis showed correlation between measurements that were taken close to each other, if the measurements were taken in the same quarter of the year. This shows that the number of nematodes in cod that has been caught in a certain location and quarter, can indicate the number of nematodes in cod that is to be caught in the same location and quarter. Correlation was not found between measurements that were not taken in the same quarter of the year, even though they were taken close to each other.

## Inngangur

Tilgangur þessarar rannsóknar var tvíþættur – að kortleggja í tíma og rúmi magn hringorms í þorski veiddum við Íslandsstrendur. Rannsóknin var hluti af stærra verkefni, Vinnsluspá þorskafila. Að verkefninu starfar Rf (Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins) með Verkfræðideild Háskóla Íslands (HÍ) og fjórum sjávarútvegsfyrirtækjum, Samherja hf., Vísi hf, FISK seafood hf. og Guðmundi Runólfssyni hf. Auk þessara fyrirtækja tóku Sjávarútvegsstofnun HÍ og hugbúnaðarfyrirtækið AGR þátt í verkefninu.

Tvær tegundir hringorma hafa lengi verið íslenskum fiskiðnaði þungur ljár í þúfu, selormur (*Pseudoterranova decipiens*) og hvalormur (*Anisakis simplex*). Hringormar lifa í mögum sela og hvala en nota ýmis sjávardýr og fiska sem millihýsla. Þorskur er algengur millihýsill og eru dæmi um að þorskar sem veiðast innihaldi yfir hundrað orma. Selormar eru um 2–4 cm langir og ljósbrúnir að lit. Hvalormurinn er hvítur að lit og yfirleitt smærri og fínlegri en selormurinn. Lirfur hvalormsins eru algengastar í þunnildum í þorskflökum, á meðan lirfur selormsins finnast víða í þorskholdinu. Ýmsar hugmyndir hafa komið fram um aðferðir til að losna við ormana úr fiskholdinu, m.a. að nota röntgengeisla og rafstraum til að hreyfa við ormunum, en hefðbundin snyrting á ljósaborði hefur ekki enn verið leyst af hólmi svo að vel sé. Heia o.fl. (2003) reyndu rófgreiningu (image spectroscopy) til að greina á milli fiskvöðva, hringorma og blóðbletta og töldu það nokkuð vænlega aðferð. Lítil einsleitni hráefnisins (þorskvöðvans) og það að rófgreiningin fann ekki orma sem voru dýpra en 6mm í holdinu voru þó gallar við þá aðferð. Markmiðið með slíkri rófgreiningu er að finna þá einstaklinga sem eru sýktir af ormi, geta flokkað þá frá fyrir snyrtingu og jafnframt sýnt starfsfólki á snyrtilínu hvar ormanna skuli leita.

Hringormanefnd hefur birt niðurstöður kannana á umfangi hringormavandans á árabílinu 1973–1996. Niðurstöðurnar bentu til fjölgunar hringorma í þorskholdi frá 1973–1985 en fækkunar frá 1985–1996. Árið 1973 voru að meðaltali 7–8 ormar í þorski en hafði fjölgað í 12–13 árið 1985. Þeim hafði svo aftur fækkað í 7–8 árið 1996 (Erlingur Hauksson, 1992). Þessar niðurstöður taka þó ekki tillit til þyngdar eða aldurs þorsksins. Rannsóknir Rf hafa m.a. sýnt fram á mun á efnainnihaldi hringorma og þorskholds (Björn Dagbjartsson, 1973). Hemmingsen o.fl. (2000) sýndu fram á línulega fjölgun hvalorms með aldri þorskhýsils í Balsfirði (70°N) í Noregi. Niðurstöður þeirra sýndu jafnframt að algengara væri að eldri þorskur væri sýktur af hvalormi en yngri einstaklingar. Strømnes og Andersen (2003) rannsökuðu hvalorm í þremur fisktegundum úti fyrir vesturströnd Noregs og fundu fylgni á milli lengdar lirlfanna og aldurs þorsks. Báðar þessar rannsóknir benda til þess að líftími hvalorms sé langur í þorskinum og að þorskur safni upp lirlfum, sem stækki með tímanum í innyflum og vöðvum. En það er ekki einungis á þennan hátt sem hringormar geta safnast upp í þorskholdi. Vitað er að ef þorskur étur annan þorsk geta hringormar bráðarinnar safnast upp í holdi rándýrsins (McClelland o.fl., 1990).

Í Kanada hafa menn talið að hringormar, fyrst og fremst í þorski, hafi kostað fiskverkendur á milli 26 milljón dollara (Malouf, 1986) og 50 milljón dollara á ári (Aryee og Poehlman, 1991). Ormatínsla er talin standa fyrir helmingi vinnslukostnaðar í Kyrrahafsborski frá Beringshafi og Alaskafloa. Lengri vinnslutími vegna ormahreinsunar er jafnframt talinn hvetja til örveruvaxtar og ensímniðurbrots í þorskholdinu (Bublitz og Choudhury, 1992).

Landfræðileg (spatial) og árstíðabundin dreifing hringorma hefur verið skoðuð erlendis en lítið á Íslandi. Um árstíðabunda sveiflu hafa menn ekki verið sammála. Strømnes og Andersen (2000) fundu topp á fjölda hvalorma í þorskholdi í mars og apríl og töldu að um „vortopp“ væri að ræða. Hemmingsen o.fl. (1995) fundu einnig marktæka árstíðasveiflu í fjölda hvalorma í þorskholdi – en toppurinn var að hausti skv. þeirra athugunum. McClelland o.fl. (2000) skoðuðu landfræðilega dreifingu sýkinga selorms í skrápflúru (*Hippoglossoides platessoides*) úti fyrir strönd Nova Scotia. Niðurstöður þeirra bentu ekki til að skrápflúra væri sýktari af selormi eftir því sem nær dró landi en slíkt er

nokkuð sem hefði mátt búast við vegna nálægðar við sellátur. Þeir töldu samt sem áður að selormssýkingar væru nátengdar fjölda sela og bentu á að straumar gætu átt sinn þátt í að dreifa lirfunum frá eiginlegum heimkynnum sels. Erlingur Hauksson (2002) komst að þeirri niðurstöðu að fækkun sels við Hvaleyjar hafi skilað mikilli fækkun hringorma í marhnúti (*Myoxocephalus scorpius scorpius*). Aspholm o.fl. (1995) gátu hinsvegar ekki séð fækkun hringorms í millihýslum (þ.á m. þorski) eftir mikla fækkun sels við Óslóarfjörð árið 1988.

## Framkvæmd

Eins og fyrr segir var rannsókn þessi hluti af stærra verkefni, *Vinnsluspá þorskafla*. Aðferðafræði verkefnisins gekk í stuttu máli út á að fylgja þorski frá veiðislóð og inn í landvinnslu sjávarútvegsfyrirtækjanna og gera á leiðinni ýmsar mælingar á ástandi aflans og aðstæðum við veiðar og geymslu. Samherji hf hóf mælingarnar í febrúar 2001. Önnur fyrirtæki komu inn á árinu 2004. Í upphafi var tekið safnsýni fjögurra þorska úr hverju kerri sem tekið var til endurvigtunar í móttöku. Árið 2003 var framkvæmdinni breytt þannig að tekin voru fjögur einstaklingssýni úr hverju kerri en færri kör tekin til mælinga en áður. Það gagnasafn sem hér var greint náði yfir tímabilið september 2001–ágúst 2005 og innihélt 5370 mælingar, frá öllum fyrirtækjunum. Eftirfarandi breytur voru mældar og skráðar:

*Veiðar:* Staðsetning, dagsetning, togtími, magn afla í togi, dýpi og hitastig.

*Móttaka:* Magn í kerri, fjölda fiska í kerri, aldur hráefnis við mælingu, þyngd þorsks og lengd.

*Vinnsla:* Þyngd eftir hausun, þyngd flaka, los, blóðmar, holdroði og fjöldi hringorma (ekki var greint á milli selorma og hvalorma).

Sveinn Margeirsson o.fl. (í prentun) lýsa nánar framkvæmd mælinga í verkefninu.

Unnið var með mælingu á fjölda orma á þyngdareiningu flaks (jafna 1) en einnig var sú stærð sköluð með meðaltali hvers fyrirtækis fyrir mælinguna (jafna 2). Var það gert til að sneiða hjá því að mismunandi vinnsluaðferðir og tæki í fyrirtækjunum hefðu áhrif á niðurstöður.

Jafna 1:

$$OrmKg_k = \frac{Orm_k}{KgFlak_k}$$

Jafna 2:

$$OrmKgSk_{ij} = \frac{OrmKg_{ij}}{\sum_i^N OrmKg_{ij} / N_j}$$

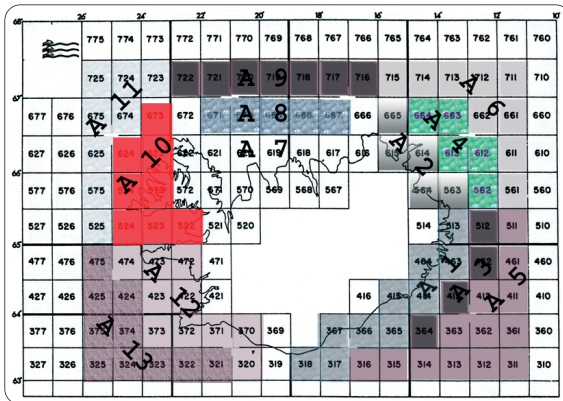
Skýringar:	$OrmKg_k$ :	Fjöldi orma á kg í þorski $k$
	$Orm_k$ :	Fjöldi orma í þorski $k$
	$KgFlak_k$ :	Þyngd flaka úr þorski $k$
	$OrmKgSk_{ij}$ :	Skalaður fjöldi orma/kg í þorski $i$ (mældum í fyrirtæki $j$ )
	$N_j$ :	Fjöldi þorska mældur í fyrirtæki $j$

Þá var reiknuð vísitala árstíðasveiflu, líkt og Winston og Albright (2001, bls. 931) leggja til. Aðferðin finnur vísitölu (index) fyrir hvert tímabil sem um ræðir, út frá meðaltali þeirrar raðar sem tímabilið er miðja í.

Meðal þeirra líkana sem voru notuð, var einfalt veldisjöfnunarlíkan, á forminu:

$$\hat{Y}_{t+k} = L_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)L_{t-1}$$

Þar sem  $\alpha$  er svokallaður veldisjöfnunarstuðull,  $0 < \alpha < 1$ ,  $\hat{Y}_{t+k}$  er  $k$ -skrefa spá fyrir mælingu, gerð á tímanum  $t$  og  $L_t$  er svokallað stig raðarinnar.



Mynd 1. Skipting fiskimiða í 13 svæði til nánari athugana á fjölda orma.

Fiskimiðunum í kringum Ísland var skipt í 13 svæði (mynd 1). Þar sem fjarlægð frá sellátrum var talin geta haft áhrif á fjölda orma í þorski var skiptingin með þeim hætti að svæðin ákvörðuðust af fjarlægð frá landi og um hvaða landsfjórðung var að ræða.

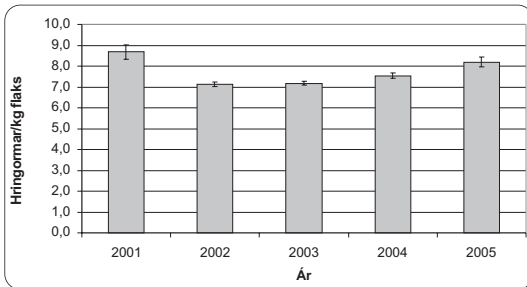
		Svæði												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ársfjórðungur	01.3													
	01.4		3		2	1	2		5	3			5	14
	02.1	1		58	65	170	25		1	42	19	20	54	
	02.2	3		56		183								2
	02.3	9		12		106			1	3	4	1	39	
	02.4			3	43	18	8	1	1	25	46			
	03.1			49	24	48	22	1	14	16	60			
	03.2	5		34	6	183	14			6	21			
	03.3	1		22	15	88	9	9	18	1	2	96		
	03.4			9	134	42	85	1	5	16	10			
	04.1	4		20	14	152	65		24	26	28	35	24	8
	04.2	24		68		255					8		20	20
	04.3	8	47	14	67	124	54	20	6			2		
04.4	91	22	98	121	134	78	26	20	8	16	16	5		
05.1	22	14	55	20	263	20	4	40	4	12	40	47	31	
05.2	65	29	77	6	194		4			11	25	65	49	
05.3			4	24	68			24		4	56			

Tafla 1. Fjöldi mælinga, flokkaðar eftir svæðum og ársfjórðungum.

### Árinu skipt upp í ársfjórðunga

Tafla 1 sýnir fjölda mælinga sem gerðar voru í hverjum ársfjórðungi og á hverju hinna 13 svæða. Eins og sjá má eru flestar mælinganna gerðar á þorski veiddum úti fyrir Austurlandi og Vestfjórðum.

Tölfræðileg greining var unnin jöfnum höndum í SPSS, Excel og Matlab. Miðað var við 95% marktæktarmörk.



Mynd 2. Fjöldi hringorma á kg flaks árin 2001–2005. Bilin sem teiknuð eru inn á súlurnar sýna staðalskekkju (hlutfall staðalfráviks og ferningsrótur fjölda mælinga).

### Niðurstöður og umræður

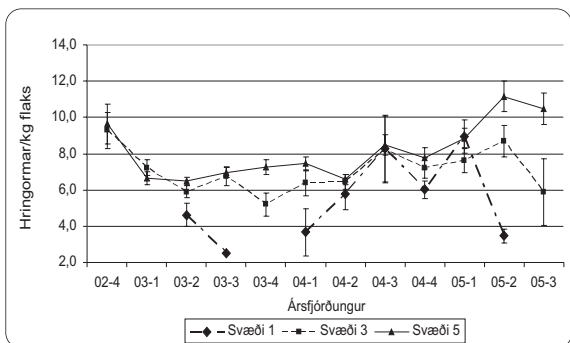
Fjöldi hringorma á kg var borið saman fyrir mismunandi ár (mynd 4). Kruskal-Wallis tölfræðipróf sýndi marktækan mun á milli ára. Til að kanna hvaða ár væru frábrugðin hvert öðru var notuð aðferð sem lýst er í Siegel og Castellan (1988) og Field (2005, bls.551). Fyrsta árið reyndist frábrugðið öðrum árum hvað hringorma á kg flaks varðaði en varast ber að oftúlka þann mun, þar sem einungis voru gerðar mælingar á haustmánuðum fyrsta árið. Ekki fékkst marktækur munur á öðrum árum. Það er því ekki hægt að álykta sem svo að munur hafi verið á hringormum á kg eftir árum. Fjöldi hringorma á kg flaks var á bilinu 7,2–8,7. Fjöldi hringorma á fisk var á bilinu 6,4–10,3 sem teljast verður mjög sambærilegt við niðurstöður hringormaneftndar frá 1973–1985.

Ár	R <sub>u</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>u</sub> -R <sub>v</sub>	CD	Munur	Ár	R <sub>u</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>u</sub> -R <sub>v</sub>	CD	Munur
2001-2002	3187	2737	450	328	Já	2002-2004	2737	2608	129	178	Nei
2001-2003	3187	2746	441	324	Já	2002-2005	2737	2596	141	188	Nei
2001-2004	3187	2608	579	313	Já	2003-2004	2746	2608	138	170	Nei
2001-2005	3187	2596	591	318	Já	2003-2005	2746	2596	150	180	Nei
2002-2003	2737	2746	9	197	Nei	2004-2005	2608	2596	12	160	Nei

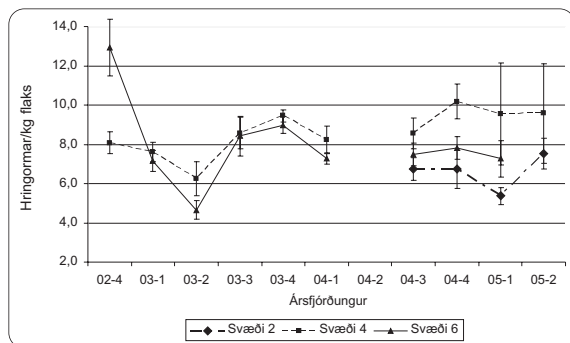
Tafla 2. Niðurstöður prófs Siegel og Castellan (1988) fyrir mun á meðaltölum hringorma á kg flaks á árunum 2001–2005. Ef „já“ stendur í aftasta dálki var um marktækan mun að ræða.

Skýringar: Ru, Rv: Meðalröðun (rank) viðkomandi árs.

CD: Kritiskt gildi m.v. 95% marktækni.



Mynd 3. Samanburður á veiðisvæðum fyrir utan SA-land (svæði 1, svæði 3 og svæði 5) eftir ársfjórðungum.



Mynd 4. Samanburður á veiðisvæðum fyrir utan NA-land eftir ársfjórðungum.

### Mismunur veiðisvæða

Á svæðunum fyrir austan land virtist ekki draga úr ornum/kg eftir því sem fjær dró landi (mynd 3 og mynd 4). Þetta er sambærilegt niðurstöðu McClellands o.fl (2000) en í mótsögn við Erling Hauksson (2002). Hugsanlegt er kolmurni, sýktur af hvalormi hafi þarna áhrif en kolmurni er nokkur hluti af fæðu þorsks úti fyrir SA-landi (Þorsteinn Sigurðsson, 2005). Á svæðunum fyrir utan N-land og V-land var þessu öfugt farið. Þar var þéttleiki orma mestur næst landi. Mælingar vantar þó fyrir marga ársfjórðunga á svæðum úti fyrir Norður- og Vesturlandi sem gerir mat á árstíðabundnum áhrifum þar erfitt.

### Uppsetning líkans fyrir tímaháðar sveiflur

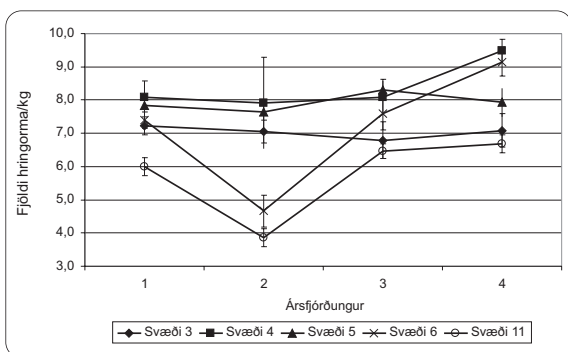
Til að lágmarka truflanir vegna landfræðilegs breytileika var ákveðið að vinna einungis með eitt svæði við tímaraðgreiningu og líkangerð. Svæði 5 var valið þar sem þar voru flestar mælingar. Unnið var með meðaltöl mánaðanna janúar 2003–júní 2005 sem breytu. Mælingar vantaði á svæði 5 í desember 2003 og var því fyllt upp í tímaröðina með meðaltali aðliggjandi mánaða.

Þar sem 3 fyrirtækjanna höfðu verið við veiðar á svæði 5 (Samherji, FISK og Vísir), var ákveðið að notast við *OrmKgSk*, til að lágmarka líkur á að mismunandi vinnsluaðferðir hefðu áhrif á líkangerðina. AR-líkan, Holt's líkan, aðhvarfsgreiningarlíkan og einfalt veldisjöfnunarlíkan voru meðal þeirra líkana sem voru reynd. Einfalt veldisjöfnunarlíkan ( $\alpha = 0,35$ ) gaf besta raun (eftir að leiðrétt hafði verið með vísitölu árstíðasveiflu), með meðalspáskekkju upp á 9,1%. Þessi spáskekkja verður að teljast veruleg en hafa verður í huga að einungis tími var notaður sem óháð breyta. Aukið magn gagna hefði gefið möguleika á finni svæðisskiptingu og hefði að líkindum lækkað spáskekkjuna.

### Samantölur árstíðabundinna vísitalna mismunandi svæða

Reiknaðar voru árstíðabundnar vísitölur fyrir mismunandi svæði.

Tafla 1 sýnir fjölda mælinga sem gerðar voru á hverju svæði og ársfjórðungi. Eins og sjá má í töflunni voru ekki gerðar mælingar í öllum ársfjórðungum á fiski frá öllum svæðum. Ákveðið var að bera saman svæði 3, 4, 5, 6 og 11, þar sem í þær gagnaraðir vantaði í hæsta lagi eitt gildi. Þar sem gildi vantaði inn var tekið meðaltal nærliggjandi fjórðunga og það sett inn í stað þess gildis sem vantaði.



Mynd 5. Meðaltal fjölda orma/kg og staðalskekkiá meðaltalsins á svæðum 3, 4, 5, 6 og 11.

Stikalaus tölfræðiþróf (Kruskal-Wallis og Mann-Whitney) leiddu í ljós að marktækur munur var á fjölda orma/kg á svæði 11 og öllum öðrum svæðum á 1. ársfjórðungi ( $p < 0,001$ ) (mynd 5). Ekki var marktækur munur á milli annarra svæða. Á 2. ársfjórðungi voru marktækt færri ormar/kg á svæðum 6 og 11 en á svæðum 3, 4 og 5 ( $p < 0,001$ ) en munurinn á svæðum 6 og 11 var ekki marktækur. Á 3. ársfjórðungi voru svæði 5 og 6 marktækt frábrugðin svæði 11 ( $p < 0,05$ ). Svæði 4 og 6 voru frábrugðin svæði 11 á 4. ársfjórðungi ( $p < 0,05$ ). Svo virðist sem nokkur munur sé á svæði 6 og svæði 11 annars vegar og hinum þremur svæðunum hins vegar. Á fyrrenefndu svæðunum sveiflast fjöldi orma/kg talsvert með árstíma á meðan fjöldinn er nokkuð fastur á síðarnefndu svæðunum. Mögulega ræður fjarlægð frá landi einhverju þarna, en svæði 6 og 11 eru álíka langt frá landi. Staðan á svæði 5, sem er í svipaðri fjarlægð frá landi, mælir þó á móti því. Dreifing kolmunna gæti þarna haft áhrif, eins og áður hefur verið minnst á.

### Landfræðileg greining – Útbreiðsla

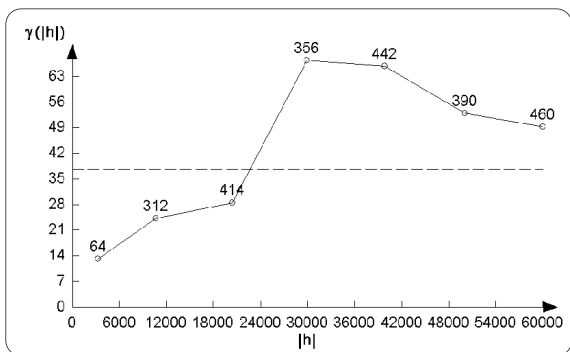
Landfræðileg greining snerist að miklu leyti um að gera og túlka svokölluð semivariogram. Semivariogram var fundið með forritinu Variowin® 2.21, sem hægt er að finna í Pannatier (1999). Semivariogram sýnir hvort landfræðileg fylgni sé á milli mælinga sem gerðar eru á mismunandi stöðum (Nielsen, 2004; Anselin, 2003).

Semivariogram: 
$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{k=1}^{N(h)} [z(r_k) - z(r_k + h)]^2$$

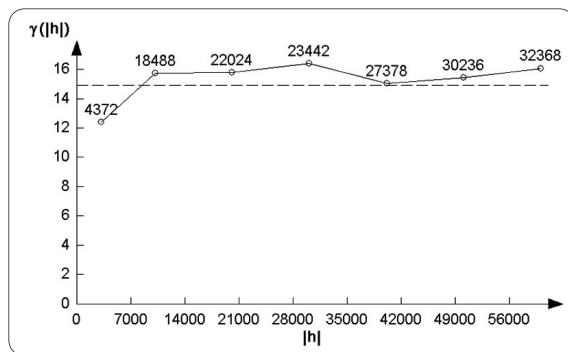
Þar sem  $z(r_k)$  og  $z(r_k + h)$  eru mælingar gerðar í  $r$  og  $r + h$  og  $N(h)$  er fjöldi punktpara sem eru aðskilin af vigrinum  $h$ . Venjan er að reikna meðaltal  $\hat{\gamma}(h)$  yfir bilið  $h + \Delta h$  til að fá  $N(h)$  nógu hátt til að ná til að lágt mat á breytileika  $\hat{\gamma}(h)$  náist.

Semivariogramið fyrir 1. ársfjórðung árið 2005 er stígandi til að byrja með og undir brotalínunni (mynd 6) sem sýnir að það er líklegt að mælingar sem gerðar eru stutt hver frá annarri séu svipaðar. Ef lengra er á milli mælinganna er fylgnin á milli þeirra mun minni. Svipað var uppi á teningnum ef gögn frá 1. fjórðungi allra árána voru skoðuð, þó var fylgni á milli mælinganna minni en sjá má á mynd 6. Þetta sýnir að jafnvel þó að einhver munur sé á mælingum á milli ára er samt sem áður veruleg fylgni milli mælinga sem teknar eru á sama ársfjórðungi, þó að um mismunandi ár sé að ræða.

Þegar semivariogram fyrir öll gögnin eru skoðuð (mynd 7), bregður svo við að fylgnin er mun minni, þrátt fyrir að stutt sé á milli mælipunkta. Af því má draga þá ályktun að árstíðasveifla hafi veruleg áhrif á fylgnina, þrátt fyrir að marktækur munur sé ekki á meðaltali ársfjórðunganna (mynd 5).



Mynd 6. Semivariogram fyrir orma/kg (gögn frá fjórðungi 1, árið 2005). Leitað er til allra átta. Fjarlægð á milli mælipunkta (h) er í metrum. Brotalínan sýnir hver breytileiki í öllum gögnum er.



Mynd 7. Semivariogram fyrir orma/kg (öll gögn). Leitað er til allra átta.

## Lokaorð

Niðurstöður þessa verkefnis gefa til kynna að samband sé á milli fjölda hringorma á kg í þorski ef fiskarnir eru veiddir nærri hver öðrum og á sama ársfjórðungi. Niðurstöðurnar benda jafnframt til svæðisbundins munar á fjölda hringorma á kg þorsks og er færri orma að finna í hverju kg þorsks sem veiddur er á Halamiðum (úti fyrir Vestfjörðum, fjarri landi) en í þorski sem veiddur er á öðrum veiðisvæðum. Þess ber þó að geta að skortur á gögnum af sumum veiðisvæðum útilokar marktækan samanburð þeirra við önnur svæði.

Af niðurstöðunum að dæma er ekki hægt að fullyrða að þorskur sem veiðist nærri landi innihaldi fleiri orma á kg en þorskur sem veiðist fjarri landi. Þessi niðurstaða þarf ekki að koma á óvart ef niðurstaða McClelland o.fl. (2000) er skoðuð og gæti bent til hvalormssýkingar, mögulega af völdum kolmunna. McClelland og félagar bentu einnig á að straumar gætu borið selorma um langan veg og er ekki hægt að útiloka að sú skýring eigi einnig við hér.

Ekki var að sjá mikinn mun á milli ára á fjölda hringorma á kg þorsks. Munur á milli ársfjórðunga var heldur ekki mikill. Þó var hægt að greina árstíðamun á ákveðnum svæðum. Ekki er fullljóst hvað því veldur en vera má að göngur þorsks og/eða kolmunni spili þar inn í.

Á veiðisvæðunum úti fyrir Austurlandi og á Halamiðum voru margar mælingar gerðar á tímabilinu sem verkefnið náði yfir og tókst því kortlagning hringorma á þessum svæðum vel. Annars staðar voru færri mælingar gerðar varð því kortlagningin síðri. Samstarf rannsóknarfólks við útgerðaraðila og stjórnendur fiskvinnslu var mjög mikilvægt í verkefninu og vert að þakka forsvarsmönnum sjávarútvegsfyrirtækjanna og öðru starfsfólki fyrir tíma og ráðleggingar.

Að lokum vilja höfundar þakka þann fjárhagsstuðning sem verkefnið hefur hlotið úr AVS sjóðnum og rannsóknasjóði Rannís.

## Heimildaskrá

- [1] Anselin, L. (24. júní 2003). An Introduction to Variography using Variowin. Sótt 19. maí 2005 af <http://sal.uiuc.edu/csiss/pdf/variowin.pdf>.
- [2] Aryee, E. B. og Poelman, W. F. S. (1991). A neural-network based system to recognize parasites/seal worms on cod fish images. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 4, 341-350.
- [3] Aspholm, P. E., Ugland, K. I., Jødestøl, K. A. og Berland, B. (1995). Sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) infection in common seals (*Phoca vitulina*) and potential intermediate fish hosts from the outer Oslofjord. *International Journal for Parasitology*, 25, 367-373.
- [4] Björn Dagbjartsson. (1973). Rannsóknir varðandi hringormavandamálið. Tæknitíðindi nr. 35. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík.
- [5] Bublitz, C. G. og Choudhury, G. S. (1992). Effect of light intensity and color on worker productivity and parasite detection efficiency during candling of cod fillets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1, 75-89.
- [6] Erlingur Hauksson. (1992). Áhrif verkunar á hringorma. Rit Rf. nr. 33. Reykjavík.
- [7] Erlingur Hauksson. (2002). Decreases in sealworm (*Pseudoterranova* sp. (p)) abundance in short-spined sea scorpion (*Myoxocephalus scorpius scorpius*) following declines in numbers of seals at Hvalseyjar, western Iceland. *Polar Biology*, 25, 531-537
- [8] Field, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS* (2. útgáfa). SAGE Publications Ltd. London.
- [9] Heia, K., Nilsen, H., og Sivertsen, A. H. (2003). Imaging spectroscopy as a tool for detection of nematodes, blood, skin remnants and black lining in cod fillets. Skýrsla nr. 19/2003. Norska hafrannsókn- og eldisrannsóknastofnunin (Fiskeriforsknung).
- [10] Hemmingsen W., Lile N. og Halvorsen O. (1995). Search for seasonality in occurrence of parasites of cod, *Gadus morhua* L. in a fjord at 70°N. *Polar Biology*, 15, 517-522.
- [11] Hemmingsen, W., Halvorsen, O. og MacKenzie, K. (2000). The occurrence of some metazoan parasites of Atlantic cod, *Gadus morhua* L., in relation to age and sex of the host in Balsfjord (70°N), North Norway. *Polar Biology*, 23, 368-372.
- [12] Malouf, A. H. (1986). Seals and sealing in Canada. Report of the Royal Commission, 3. bindi. Ottawa, Canada.
- [13] Sveinn Margeirsson, Nielsen, A. A., Guðmundur R. Jónsson og Sigurjón Arason. (Í prentun). Processing forecast of cod. *Journal of Food Eng. Samþykkt til birtingar* 15. október 2005.
- [14] McClelland G., Misra, R. K. og Martell, D. J. (1990). Larval anisakine nematodes in various fish species from Sable Island Bank and vicinity. Í: Bowen WD (ritstj.) Population biology of the sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) in relation to its intermediate and seal hosts. *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences* 222, 83-118.
- [15] McClelland G., Misra, R. K., og Martell, D. J. (2000). Spatial and temporal distributions of larval sealworm (*Pseudoterranova decipiens*, Nematoda: Anisakinae), in *Hippoglossoides platessoides* (Pleuronectidae) in eastern Canada from 1980 to 1990. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 69-88.
- [16] Nielsen, A. A. (2004). Geostatistik og analyse af spatielle data. Kennsluefni. IMM, Tækniháskóli Danmerkur (DTU). Bls. 1-5
- [17] Pannatier Y. (1999). VARIOWIN: Software for Spatial Data Analysis in 2D. Sótt 19. maí 2005 af <http://www-stt.unil.ch/research/variowin/#DOWNLOAD>.
- [18] Siegel, S og Castellan, N J. (1988). *Nonparametric statistics for behavioral sciences* (2. útgáfa). McGraw-Hill. New York.
- [19] Strømnes E., Andersen K. (2000). "Spring rise" of whaleworm (*Anisakis simplex*; Nematoda, Ascaridoidea) third-stage larvae in some fish species from Norwegian waters. *Parasitol Research*, 86, 619-624.
- [20] Strømnes E., Andersen K. (2003). Growth of whaleworm (*Anisakis simplex*, Nematodes, Ascaridoidea, Anisakidae) third-stage larvae in paratenic fish hosts. *Parasitol Research*, 89, 335-341.
- [21] Winston W.L og Albright S.C. (2001). *Practical management science* (2. útgáfa). Duxbury Thomson Learning, Bandaríkin.
- [22] Þorsteinn Sigurðsson (ritstj.). (2005). *Nytjastofnar sjávar 2004/2005. Aflahorfur 2005/2006*. Hafrannsóknastofnunin. Reykjavík. Bls. 20.