



Dýraleifar í setkjörnum frá landgrunni Norðurlands

Bylgja Dögg Sigurbjörnsdóttir



**Jarðvísindadeild
Háskóli Íslands
2014**

Dýraleifar í setkjörnum frá landgrunni Norðurlands.

Bylgja Dögg Sigurbjörnsdóttir

10 eininga ritgerð sem er hluti af
Baccalaureus Scientiarum gráðu í jarðfræði

Leiðbeinandi
Jón Eiríksson

Jarðvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Reykjavík, maí 2014

Dýraleifar í setkjörnum frá landgrunni Norðurlands.
Dýraleifar í setkjörnum Norðurlands
10 eininga ritgerð sem er hluti af *Baccalaureus Scientiarum* gráðu í Jarðfræði

Höfundarréttur © 2014 Bylgja Dögg Sigurbjörnsdóttir
Öll réttindi áskilin

Jarðvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Sturlugötu 7
101 Reykjavík

Sími: 525 4000

Skráningarupplýsingar:
Bylgja Dögg Sigurbjörnsdóttir, 2014, *Dýraleifar í setkjörnum frá landgrunni Norðurlands*,
BS ritgerð, Jarðvísindadeild, Háskóli Íslands, 28 bls.

Prentun: Háskólaprent
Reykjavík, maí 2014

Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er samin af mér og að hún hefur hvorki að hluta né heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu

Bylgja Dögg Sigurbjörnsdóttir

Kt. 201186-3079

maí 2012

Ágrip

Nauðsynlegt er að þekkja fornar umhverfisaðstæður og veðurfar þegar reyna á að skýra þær hitabreytingar sem hafa átt sér stað á jörðinni undanfarna áratugi. Greining á sjávarseti hentar vel til slíkra rannsókna, en breytingar sem hafa orðið á umhverfi og veðurfari má sjá í sjávarsetlögum. Landgrunn norðan Íslands er mjög næmt fyrir umhverfisbreytingum og er mikilvægt með tilliti til rannsókna á fornloftslagi og fornstraumakerfi. Þar mætast kaldir og hlýir sjávarstraumar sem hafa mikil áhrif á eðliseiginleika sjávar. Upphleðsluhraði sets á svæðinu er mikill, sem gerir það að verkum að auðvelt er að lesa upplýsingar um breytingar á hafstraumum og loftslagi.

Í verkefni þessu verður greint frá sjávarkjörnum sem teknir voru við Eyjafjarðarál, sem liggur milli Húsavíkur-Flateyjarmisgengisins og sigdals suður af Kolbeinseyjarhrygg og einnig kjarnar sem teknir voru austan megin við Kolbeinseyjarhrygg. Skoðaðir voru sex borkjarnar, HM 107-01, HM 107-03, MD 99-2271, MD99-2272, MD99-2273 og MD99-2275. Tilgangurinn með þessu verkefni er að athuga breytingar á þeim dýrategundum sem fundust í þessum kjörnum, hvernig þær breytast gegnum tímann og hvort það sé breytileiki á stöðum beggja vegna Kolbeinseyjar. Margar samlokutegundir geta sagt til um fornan sjávarhita og nýttast því vel til rannsókna á breytingum á loftslagi og hafstraumum. Einnig er hægt að lesa hvernig ástand sjávar var á þessum tíma og hvort það sé mikil breyting til dagsins í dag.

Abstract

When trying to explain the temperature changes that have occurred on Earth in recent decades, it's necessary to know the ancient environment and climate. Analysis of sediments is suitable for such studies, but the changes that have taken place in the environment and climate can be seen in marine sediments. The North-Icelandic shelf is very sensitive to environmental changes and is important for studies of paleoclimate and ancient stream systems, where cold and warm air and water masses meet, that have a major impact on the physical properties of the sea. The sedimentation rate in the area is high and makes it easy to read the changes in ocean currents and climate.

This study explores studies of marine sediments from Eyjarfjarðaráll, which lies between Húsavík-Flatey fault and Kolbeinsey Ridge, as well as sediments to the east of Kolbeinsey Ridge. Six gravity cores were analysed; HM 107-01, HM 107-03, MD99-2271, MD99-2272, MD99-2273 and MD99-2275. The purpose of this project is to examine changes in the marine species found in these cores, how they change over time and whether there is variation between localities on both sides of Kolbeinsey Ridge. Many species can indicate ancient ocean temperature and can be utilized in careful research on climate change and ocean currents. It is also possible to study the oceanographic conditions during the accumulation of the sediments and found out whether there is a significant change to the present day.

Efnisyfirlit

Myndir	vii
Töflur	x
Þakkir	xi
1 Inngangur	1
1.1 Gögn og aðferðir	2
1.2 Fyrrir rannsóknir	2
2 Rannsóknarsvæðið	4
2.1 Jarðfræði svæðisins	4
2.2 Sjógerðir við Ísland	4
2.3 Hafstraumar við Ísland	6
3 Dýraleifar	8
3.1 Vistfræði samloka	8
3.2 Samlokutegundir í kjörnum	9
3.3 Yfirlit um dreifingu samlokutegunda í mismunandi setkjörnum	11
4 Niðurstöður	17
4.1 Jarðsöguleg dreifing	17
5 Umræður og ályktanir	25
Heimildir	27

Myndir

Mynd 1.1 Tökustaðir kjarna.	3
Mynd 2.1 Sjógerðir í hafinu umhverfis Ísland.....	5
Mynd 2.2 Hafstraumar í kringum Ísland.....	6
Mynd 2.3 Yfirborðstraumar í hafinu í kringum Ísland.....	7
Mynd 3.1 Bathyarce glacialis.....	9
Mynd 3.2 Arctinula greenlandica.....	9
Mynd 3.3 Thyrasira gouldi.....	10
Mynd 3.4 Thyrasira equalis.....	10
Mynd 3.5 Yoldiella frigida.....	11
Mynd 4.1 Fjöldi samloka í kjarna HM107-01.....	17
Mynd 4.2 Fjöldi Thyasira equalis í kjarna HM107-01.....	18
Mynd 4.3 Fjöldi samloka í kjarna HM107-03.....	18
Mynd 4.4 Fjöldi samloka í kjarna MD99-2271.....	19
Mynd 4.5 Fjöldi Thyasira equalis í kjarna MD99-2271.....	19
Mynd 4.6 Fjöldi Arctinula greenlandica í kjarna MD99-2271.....	20
Mynd 4.7 Fjöldi samloka í kjarna MD99-2272.....	20
Mynd 4.8 Fjöldi Thyasira equalis í kjarna MD99-2272.....	21
Mynd 4.9 Fjöldi samloka í kjarna MD99-2273.....	21
Mynd 4.10 Fjöldi Thyasira equalis í kjarna MD99-2273.....	22
Mynd 4.11 Fjöldi samloka í kjarna MD99-2275.....	22
Mynd 4.12 Fjöldi Thyasira equalis í kjarna MD99-2275.....	23
Mynd 4.13 Fjöldi Yoldiella sp. í kjarna MD99-2275.....	23
Mynd 4.14 Allir kjarnar.....	24
Mynd 5.1 Hafstraumar Norður-Atlantshaf.....	25

Töflur

Tafla 1 Sædýrategundir í kjarna HM107-01	11
Tafla 2. Sædýrategundir í kjarna HM107-03.....	12
Tafla 3. Sædýrategundir í kjarna MD99-2271.....	13
Tafla 4. Sædýrategundir í kjarna MD99-2272.....	14
Tafla 5. Sædýrategundir í kjarna MD99-2273.....	15
Tafla 6. Sædýrategundir í kjarna MD99-2275.....	16

Þakkir

Ég vil byrja á að þakka leiðbeinanda mínum Jóni Eiríksyni fyrir góða leiðsögn og aðstoð. Einnig vil ég þakka Leifi A. Símonarsyni fyrir aðstoð á uppsetningu á steingervingum.

Þakkir fá foreldrar mínir Sigurbjörn Ólason og Þuríður I. Klemensdóttir fyrir yfirlestur og barnapössun. Einnig vil ég þakka kærastanum mínum Jóni Marinósyni fyrir allan þann stuðning og þolinmæði sem hann sýndi mér og móður hans Ólöfu K. Arnmundsdóttir fyrir barnapössun.

Guðrún Sigurðardóttir og Stefán Jónsson fá þakkir fyrir yfirlestur.

Svo að lokum við ég þakka dóttur minni Emblu Sif fyrir alla hjálpina og vera þolinmóð og skilningsrík.

1 Inngangur

Á síðustu öld hafa hraðar loftslags- og umhverfisbreytingar vakið upp áhuga manna á fornloftslagi og fornum loftslagsbreytingum og var því leiðangur gerður til að taka nokkra sjávarkjarna við Eyjafjarðará. Með því móti er hægt að greina þær breytingar sem hafa orðið á loftslagi, umhverfi og jafnvel kanna ástand sjávar.

Markmið þessa rannsóknarverkefnis er að athuga hvort hraðar umhverfis- og loftslagsbreytingar 20. aldar séu í samræmi við þær loftslagsbreytingar sem hafa átt sér stað síðasta árpúsundið. Þegar fornsjávarhiti er rannsakaður má með rannsóknum á samlokum fá allgóða mynd af fornloftslagi á svæðinu (Knudsen & Eiríksson, 2002). Skoðaðar voru þær sædýrategundir sem fundust í borkjörnum sem teknir voru frá Skagagrunni til Skjálfandadjúps á norðanverðu landgrunni Íslands. Kjarnar sem notaðir voru fyrir þetta verkefni eru HM 107-01 og HM 107-03 sem teknir voru af rannsóknarskipinu Haakon Mosby árið 1995, leiðangurinn var skipulagður af BIOICE, eða botndýr á Íslandsmiðum. Einnig eru skoðaðir kjarnar MD99-2271, MD99-2272, MD99-2273 og MD99-2275. Þeir voru teknir í alþjóðlegum rannsóknarleiðangri á franska rannsóknarskipinu Marion Dufresne árið 1999. Leiðangurinn var skipulagður af IMAGES (International Marine Past Global Change Study).

Sjávarbotninn við Ísland er kjörið svæði til rannsókna á fornum loftslags- og umhverfisbreytingum og þá einkum landgrundið fyrir norðan. Þar mætast hafstraumar af ólíkum uppruna. Irmingerstraumurinn er tiltölulega hlýr og selturíkur. Hann mætir köldum og seltuminni hafstraumi, Austur-Grænlandsstraumnum frá Norður-Íshafi, sem gerir svæðið mjög næmt fyrir öllum umhverfisbreytingum (Eiríksson o.fl., 2011; Stefánsson, 1991, 1999). Setmyndun á svæðinu er hröð sem veldur því að breytingarnar varðveitast vel og nákvæmlega í setinu. Við rannsóknir á hafsbotnsseti við Ísland er helsti kosturinn fjöldi tímasettra gjóskulaga þar sem mikil eldvirki hefur verið á landinu frá upphafi. Einnig eru margar sædýrategundir háðar vistfræðilegum aðstæðum og eru því oft notaðar sem eins konar hitamælur fyrir jarðlög.

1.1 Gögn og aðferðir

Verkefnið BIOICE, eða botndýr á Íslandsmiðum, var upphaflega sett á laggirnar árið 1992. Markmið verkefnisins var að kanna hvaða dýr lifa á hafsbotninum innan íslensku efnahagslögsögunnar, hvernig útbreiðslu þeirra er háttáð og í hversu miklu magni þessi dýr eru. Þrjú rannsóknarskip tóku þátt í sýnatökum en þeim lauk árið 2004 eftir 19 leiðangra. Tekin voru 1390 sýni á 579 stöðum, á um 20-3000 metra dýpi. HM107 kjarnarnir tveir sem skoðaðir eru fyrir þetta verkefni, voru teknir af rannsóknarskipinu Haakon Mosby árið 1995.

Rannsóknarverkefnið ALDA, hefur verið að rannsaka fornhafræði sem spannar síðustu 50.000 ár. Þetta verkefni er að reyna að rekja loftslagsbreytingar, þær breytingar sem eru á sjávarhita, seltu, straumhraða og sjávarstöðu, út frá setlagabáttum, kísilþörungum, götungum og súrefnis- og kolefnissamsætum ásamt aldursgreiningu með geislakolaaðferð og gjóskulagatímatali. Borkjarna til þessara verkefna var aflað í leiðangri á vegum IMAGES (International Marine Past Global Change Study). MD99 kjarnarnir sem skoðaðir voru fyrir þessa rannsókn koma frá rannsóknarskipinu Marion Dufresne á vegum IMAGES, árið 1999.

Í þessu verkefni fengust flestar upplýsingar um kjarnana frá Jóni Eiríkssyni og nokkrar úr greinum um fyrri rannsóknir. Búið var að greina þær sædýrategundir sem fundnar voru í kjörnunum og á hvaða dýpi hver tegund fannst. Vann ég út frá þessum upplýsingum og setti upp hverja tegund fyrir sig og fann út hversu margar voru í hverjum kjarna og hve margar voru á hverju dýpi með 5 cm millibili. Að því loknu fékk ég aldursgreiningar frá Jóni Eiríkssyni og gerði línurit af hverjum kjarna, með fjölda tegunda á móti aldri. Á línuritunum er fjöldi einstaklinga á 500 ára kafla sýndur fyrir hvern kjarna. Tilgangurinn með því er að athuga hvort þær samlokur sem eru í kjörnunum geti sagt okkur til um breytingar á ástandi sjávar.

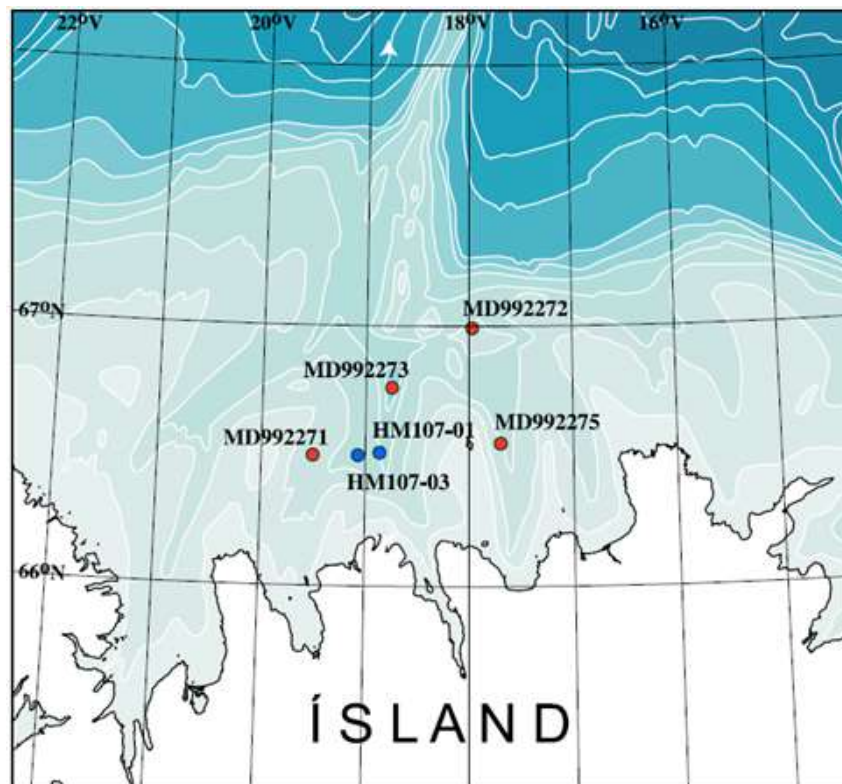
1.2 Fyrri rannsóknir

Margar rannsóknir hafa verið gerðar á hafsbotnseti við landgrunnið fyrir norðan Íslands. Aðal ástæðan er upphleðsuhraði setsins á svæðinu, því dreifing á seti og fánú á svæðinu er nátengd hafræðilegum aðstæðum, þá einna helst straumhraða, seltu og hitastigi (Jón Eiríksson o.fl, 2000). Á hverju árbúsundi falla allt að 600 cm af seti á landgrunnið á því svæði sem kjarnarnir voru teknir, sem er um það bil 1 cm af seti á ári (Knudsen o.fl, 2012). Þær rannsóknir sem hafa verið gerðar byggja helst á setlögum, götungafánunum og aldursgreiningu með gjóskulagatímatali en þær rannsóknir segja til um hvernig fornir hafstraumar hafa breyst með tímanum (Jón Eiríksson o.fl, 2011). Í fyrri rannsóknum hjá Knudsen, Jóni Eiríkssyni og Helgu Báru Bartels árið 2012, sýndu þau fram á að almenn aukning á tegundum tengdum köldum íshafs sjávarstraumum áttu sér stað. Þessar breytingar voru frá miðalda- hlýskeyðinu til litlu ísaldar. Einnig kom fram að aukning var á tegundum sem kjósa hlýrri Atlantssjó í lok litlu ísaldar og inn í 20. öldina (Knudsen o.fl, 2012). Í rannsókn Jóns Eiríkssonar, Guðrúnar Larsen, Karen Luise Knudsen, Jan Heinemeier og Leifs A. Símonarsonar árið 2004 á kjörnum (MD99-2271, HM107-01, MD99-2273 og MD99-2275) fundust þrettán mismunandi gjóskulög sem hafa verið aldursgreind. Nauðsynlegt er að gera þessar aldursgreiningar með gjóskulagatímatalinu því

Þá gefst einstakt tækifæri til að aldursgreina þær sveiflur sem hafa verið í loftslagi og hafstraumum og bera setlöginn greinileg merki um versnandi og sveiflukennndara loftslag (Jón Eiríksson o.fl, 2004).

Sem dæmi um notkun samlokutegunda við fornhitastig má nefna, að gerð var rannsókn á fornum sjávarhita með ratskelskeljum sem tilheyra ættkvíslinni *Hiatella* í Norður-Atlantshafi. Þessi ættvísl lifir í sjó með allbreytilegu hitastigi en bent var á samhengi milli meðallengdar þroskaðra einstaklinga og sjávarhita. Þó er það ekki algilt að nota eingöngu meðallengd ratskelja til að segja með nákvæmni um fornan sjávarhita þar sem önnur atriði en hiti sjávar geta spilað inní. En þetta getur verið dágóð vísbending (Leifur A. Símonarsson, 2004).

Um 90 fræðiritgerðir frá árinu 1992 hafa birst og byggja að hluta eða öllu leyti á sýnum úr BIOICE - verkefninu. Í vísindaritum hefur m.a. verið lýst 28 áður óþekktum dýrategundum og greint hefur verið frá hundruðum tegunda sem ekki var vitað að lifðu hér við land.



Mynd 1.1 : Sýnir tókustað kjarnanna HM107-01, HM107-03, MD992271, MD992272, MD992273 og MD992275. (Mynd fengin hjá Jóni Eiríksyni, 2014).

2. Rannsóknarsvæðið

2.1 Jarðfræði svæðisins

Ísland er úthafseyja í norðanverðu Atlantshafi, staðsett á Mið-Atlantshafshryggnum. Rekbeltin á Íslandi hafa tilhneigingu til að halda sig sem næst heita reitnum undir landinu og eru því eldgos og jarðskjálftar alla jafna tíð (Unnsteinn Stefánsson, 1999). Yfir norðurhluta íslenska landgrunnins liggur síðan Tjörneshafsbeltið. Þar eru virk eldstöðvakerfi, jarðskorpuhreyfingar og roföfl sem hafa myndað lægðir út eftir landgrunninu, sem mynda gildir fyrir set sem flyst eftir því. Gjóska hefur í gegnum tíðina fallið á þetta svæði og vegna þessara gilda er hægt að tengja gjóskulög í setkjörnunum við sögulegar heimildir um hvert gos fyrir sig og hvenær hvaða eldgos byrjaði, í setkjörnunum (Jón Eiríksson o.fl., 2000). Gjóskulögin eru nauðsynlegur og mikilvægur þáttur við aldursgreiningu á einstaka atburðum.

Eyjafjarðaráll er vel þróað rekbelti sem talið er vera hluti eða framhald af Tjörneshafsbeltinu, en það belt tengir saman nyrðra gosbeltið og Kolbeinseyjarhrygg til norðurs. Það svæði einkennist af siggengjum og sprungum sem liggja þvert á rekbeltið sem gefur til kynna að jarðskorpan sé að þynnast á því svæði (Páll Einarsson, 2008). Eyjafjarðaráll liggur um svæði sem er mjög viðkvæmt fyrir breytingum á loftslagi (Jón Eiríksson o.fl., 2011). Á síðasta jökulskeiði var Ísland þakið meginlandsjökli og má rekja myndun álsins að einhverju leyti til þess, en vitað er að frá hámarki síðasta jökulskeiðs náði jökullinn ansi langt út á landgrunnið (Andrews o.fl., 2000), með þeim afleiðingum að dalir og firðir mynduðust. Umtalsverð jökulhörfun hófst fyrir um 15.500 árum á Norðurlandi og má finna jökulrákir og hvalbök í Grímsey sem er staðsett um 40 km norður af Íslandi (Hreggviður Norðdahl o.fl., 2008). Eyjafjarðaráll er um 35 km vestan við Grímsey og eru því miklar líkur á því að hann sér jökulrofinn. Má því álykta að Eyjafjarðaráll hafi myndast við jökulsvörfun á síðasta jökulskeiði sem var fyrir um 20.000 árum (Hreggviður Norðdahl o.fl., 2008), en einnig er líklegt að landsig vegna jarðskorpuhreyfinga eigi mikinn þátt í myndun Eyjafjarðaráls.

2.2 Sjógerðir við Ísland

Greina má milli sjö megin sjógerða umhverfis Ísland, fer það allt eftir seltu og hitastigi. En þær er Atlantssjór, Pólsjór, Irmingsjór, Botnsjór Norðurhafs, Millisjór Norðurhafs, Svalsjór og Vetrarsjór norðan Íslands. Hafstraumarnir við Ísland flytja hlýjan og hlutfallslega saltan sjó sunnan og vestanmegin við landið, en á svæðum norðan og austanmegin flytja þeir kaldari og seltuminni sjógerðir (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

Atlantssjór er hlýr og selturíkur sjór sem berst sunnan úr Atlantshafi. Hitastig sjávarins er um 4°C og seltueiningar um 35,00. Hann berst í mismiklum mæli með hringstraum sem gengur umhverfis landið, en þessi sjávargerð er ríkjandi sunnan og vestan lands (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

Í Norður Grænlandshafi eða Norður Íshafi er Pólsjór, seltulítill og kaldur. Þessi sjógerð berst svo með Austur-Grænlandsstraumnum, en þegar kalt er í ári getur hann borist austur á Norðurlandssvæðið og blandast hann þá Atlantssjónum sem kemur að sunnan. Þetta gerist einkum að vori eða snemma sumars. Pólsjóinn getur lagt á veturna, en þá er selta hans komin niður í 34,00 einingar og hitastig hans er -1,8 til -1,9 °C sem er frostmark sjávar við tiltekna seltu. Á sumrin geta seltueiningar farið niður í 30,00 einingar en þá er mikið um bráðnun íss og hitastigið getur farið upp í 0°C (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

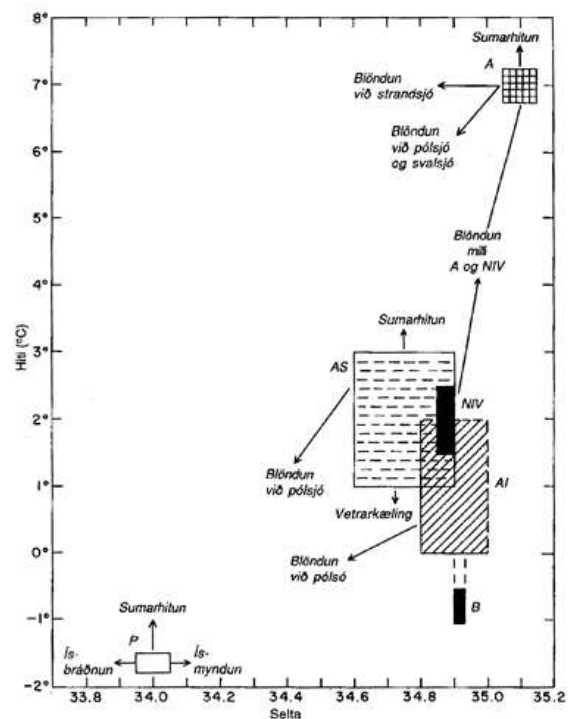
Við lóðrétta blöndun á Atlantssjó og Pólsjó, myndast önnur sjógerð sem kallast Irmingsjór. Þessi kæling og lóðrétt blöndun á sér stað í Grænlandshafi, þá fyrst og fremst í austanverðu hafinu. Þar mun seltan vera um 35,00 seltueiningar og hitastig um 4°C (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

Þegar yfirborðssjór kólnar á veturna á ákveðnum svæðum milli Jan Mayen og Svalbarða, myndast sjógerð sem kallast Botnsjór Norðurhafs. Seltan í þessari sjógerð er stöðug, hún er á bilinu 34,90 til 34,94 seltueiningar og hitastigið er frá -1° til 0°C. Eðlisþyngd hennar er mikil og því getur hún sokkið niður um mörg hundruð metra dýpi í vetrarkulda, jafnvel niður á botn á meira en 3000 metra dýpi. Norðan Íslands finnst þessi sjávargerð ekki fyrr en á 300-400 metra dýpi (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

Milli hinna fyrnefndu Pólsjár og Botnsjár má finna aðra gerð sem kallast Millisjór Norðurhafs. En hana má finna undir Pólsjárлагinu en ofan við Botnsjóinn í vestanverðu Íshafinu. Þessi sjógerð er tiltölulega hlý og er seltan 34,80 til 35,00 seltueiningar. (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

Norðan við Ísland má finna Svalsjó, en hann er að finna í efri sjávarlögum. Hann myndast við kælingu á blöndun á Pólsjó við sjó sem er upphaflega kominn úr Atlantssjó í Norðuhafi. Þessi sjór hefur hitastig á bilinu 1° til 3°C og seltan er 34,60 til 34,90 seltueiningar (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

Vetrarsjór norðan Íslands er að lokum sjöunda sjógerðin. Hún myndast við lóðrétta blöndun í efstu 250-300 metrum síðari hluta vetrar á dýpri hluta landgrunnsvæðisins. Pólsjór getur haft áhrif á seltuna í Vetrarsjó en hann getur lækkað hana til muna. (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

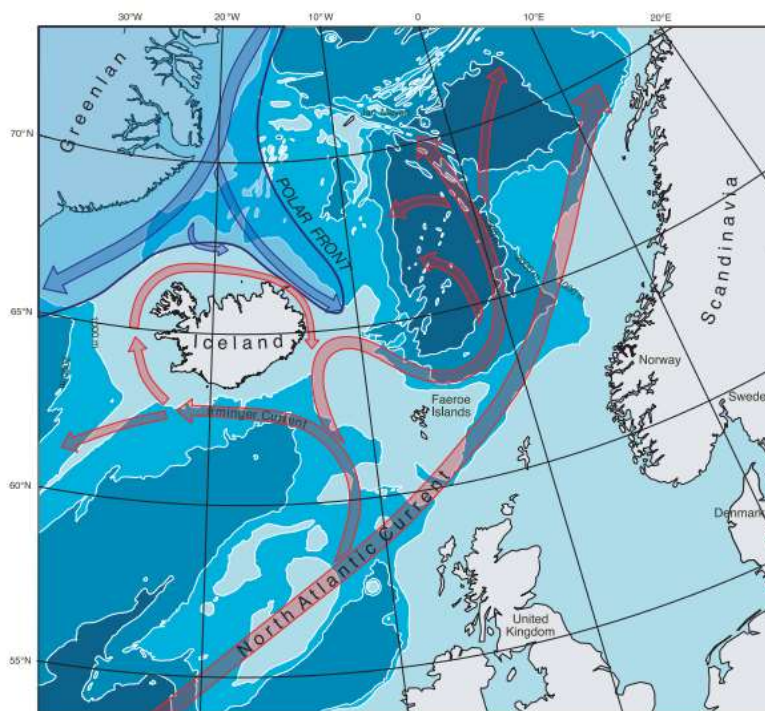


Mynd 2.1: Sjógerðir í hafinu umhverfis Ísland. A: Atlantssjór. AS: Svalsjór. NIV: Vetrarsjór norðan Íslands. AI: Millisjór Norðurhafs. B: Botnsjór Norðuhafs. P: Pólsjór. Örvagnar gefa til kynna í hvaða átt breytingarnar verða á hinum ýmsum sjógerðum vegna blöndunar, upphitunar, kælingar, ísmyndunar eða ísbráðunar (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

2.3 Hafstraumar við Ísland

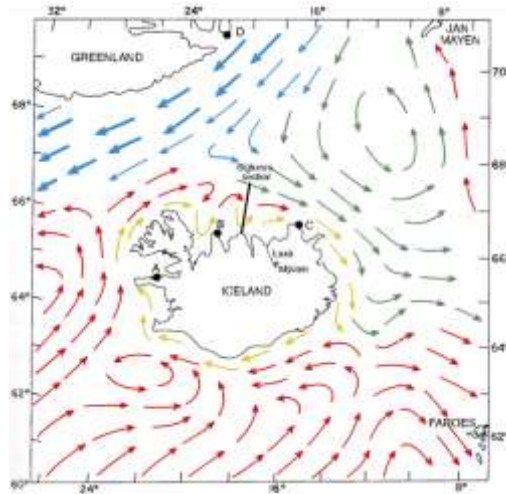
Uppruna hafstrauma má finna í staðvindakerfinu, þar sem vindur kemur stöðugt úr sömu átt með þeim afleiðingum að yfirborðssjó fer á hreyfingu og byrjar að streyma undan vindi. Einnig myndast hafstraumar og djúpsjárstraumar vegna seltu- og hitabreytinga í hafinu (Unnsteinn Stefánsson, 1999). Eins og kemur fram hér að ofan er Ísland staðsett í Norður-Atlantshafi þar sem mjög ólíkar sjógerðir mætast. Hlýr og selturíkur Atlantshafssjó mætir köldum og seltuminni sjó úr norðri.

Staðsetning Íslands veldur því að hafstraumakerfið umhverfis landið einkennist af hlýjum og selturíkum Atlantssjó sem streymir um suður- og vesturströndina fyrir tilstilli Golfstraumsins, þar til hann mætir Íslands-Grænlandshryggnum. Þar greinist hann í tvo anga, annar sveigir til vesturs inn á Grænlandshaf og hinn streymir austur með Norðurlandinu og nefnist Irmingerstraumur. Þessi tvö straumakerfi eru aðalorsakavaldur veðurbreytinga á Íslandi í dag. Irmingerstraumurinn flytur hlýjan og saltan sjó að landinu og er hann ein megin orsök þess að milt veður er á Íslandi þrátt fyrir hnattstöðu. Atlantssjó mætir kaldari yfirborðssjó, Pólsjó, norðvestan við landið. Pólsjó er að mestu ættaður úr Norður-Íshafinu, hann berst suður með Austur-Grænlandsstraumnum meðfram austurströnd Grænlands. Austur-Grænlandsstraumurinn er kaldur, eðlisléttur og seltulítill. Hann streymir suður með strönd Grænlands og inn í Labradorhaf, með straumnum berst mikill hafís. Frá Noregshafi kemur Austur-Íslandsstraumurinn sem flytur kaldan og selturíkan svalsjó í átt til Íslands. Hann myndast á svæði sunnan Jan Mayen og berst svo úr norðaustri inn á íslenska landgrunnið, sjá mynd 2.2 (Eiríksson o.fl., 2006; Knudsen & Eiríksson, 2002; Stefánsson, 1991,1999).



Mynd 2.2 : Hafstraumar í kringum Ísland. (Knudsen & Eiríksson, 2002).

Viðamiklar rannsóknir á straumum umhverfis Ísland hafa verið gerðar og eru þeir því vel þekktir. Straumkort sýnir meðalyfirborðsstrauma við landið, sjá á mynd 2, þar eru yfirborðsstraumarnir merktir með mismunandi litum, gulum, rauðum, grænum og bláum. Rauði liturinn sýnir okkur tiltölulega hlýjan Atlantssjó, blái liturinn sýnir okkur kaldan og seltulágan Pólsjó, Svalsjór er merktur með grænum lit og að lokum er gulur strandsjór, þar sem ferkst vatn af landi er blandað þeim sjó sem er utar á landgrunninu (Unnsteinn Stefánsson 1999).



Mynd 2.3 : Yfirborðsstraumar í hafinu við Ísland (Unnsteinn Stefánsson, 1999).

Meira er af næringarefnum í Atlantssjó en Pólsjó, vegna hitastigs og seltumagns. Þegar styrkur Irmingerstraumsins er mikill er mikil framleiðni á svæðinu, en minnkar svo í hlutfalli við styrk hans (Knudsen o.fl., 2012; Eiríksson o.fl., 2011). Yfirborðssjór Atlantshafsins nær við landgrunn Norðurlands niður á 3-400 metra dýpi. Yfir sumartímamann flýtur léttur yfirborðssjór ofan á þyngri djúpsjó, en þá verður sjórinn lóðrétt lagskiptur. En yfir vetrartímamann verður lóðrétt blöndun (Knudsen & Eiríksson, 2002). Irmingerstraumurinn er talinn vera sterkur þegar djúpsjármyndun er í gangi en veikir þegar yfirborðssjór endurnýjast í Norðurhöfum, þessi endurnýjun er tilkomin vegna sterks innslags Austur-Íslandsstraumsins á landgrunni Norðurlands og er því styrkur straumsins háður djúpsjármyndun (Knudsen & Eiríksson, 2002 ; Knudsen o.fl., 2009).

Kolbeinseyjarhryggur er úthafshryggur mitt á milli Íslands og Jan Mayen, þessi hryggur skilur að mismunandi sjógerðir og virkar því eins og þröskuldur á hafsbotni. Dreifing sjávarlífvera ræðst þá að miklu leyti út frá þessum þröskuldi (Eiríksson o.fl, 2000). Mikil framleiðni er á svæðinu og kjörin aðstaða fyrir samlokur. Flestar samlokur lifa á smásæjum sund- eða sviflífverum, en svo eru aðrar sem nýta fæðuagnir úr eðjunni. Þar sem samlokur eru háðar vistfræðilegum aðstæðum í hafinu geta þær sagt okkur mikið um þær breytingar sem hafa orðið.

Milli Atlantshafssjár, Pólsjár og Svalsjár myndast skörp skil sem kallast Heimskautameginskil. Staðsetningin er mjög breytileg en megin skilin eru staðsett við landgrunnið norðvestur af landinu. Skilin færast til vegna styrks Austur-Grænlandsstraumsins og Austur-Íslandsstraumsins annars vegar og Irmingerstraumsins hins vegar. Þær lífverur sem eru á megin skilum eru afar næmar fyrir öllum loftslags- og sjávarbreytingum. Auðveldlega má þá sjá út frá setinu og þeim steingervingum sem þar er að finna, fornar loftslagsbreytingar og haffræðilegar aðstæður. Ýmsar rannsóknir á seti frá þessu svæði og þær sögulegar heimildir sem til eru, sýna fram á að breytingar hafa orðið á stöðu þessara skila á síðustu 1000 árum (Eiríksson o.fl, 2011).

3 Dýraleifar.

3.1 Vistfræði samloka

Skeljar eða samlokur (Bivalvia) teljast til lindýrafylkingarinnar (Mollusca), sem sérstakur flokkur. Þær tegundir sem tilheyra þessum flokki lifa flestar í sjó, þá allt frá fjöruborði og niður á mörg þúsund metra dýpi (Ingimar Óskarsson, 1981). Samlokur sem lifa í fullsöltum sjó eru með þunnt hýði, sem er þunn himna sem lykur um ytra borð skeljanna, utan um þykkari kalkskel (Ingimar Óskarsson, 1981). Þær eru algengar í nánd við strendur. Algengt er að tegundafjöldi sé lítil hjá þeim sem lifa á meira en 100 metra dýpi en er þá einstaklingafjöldinn oftast meiri. Samlokur skríða á botninum, flestar hverjar, eða grafa sig niður í botneðjuna með fætinum. Þær grafa sig ekki langt niður því pípurar (siphon) ná upp úr botnlaginu. Ífána (infauna) lifir niðri í botninum og kýs þá einna helst mjúkan botn sem hægt er að grafa í, hún á það til að grafa sig niður í eldri jarðlög og getur það valdið erfiðleikum við túlkun jarðlaga. Svo eru nokkrar samlokur sem tilheyra áfánu (epifauna) og geta synt smávegis með því að skella saman skeljunum t.d. hörpudiskar (*Chlamys*). Samlokur eru ekki sambýlisdýr og kjósa því að lifa einar, út af fyrir sig og mynda þær oft uppistöðuna í botndýrasamfélögum, sem virðast allstöðug í samsetningu, en nokkrar lifa saman í skeljapýrpingum. Í ísöldum sjó, á eðjubotni eða gruggugu vatni er einstaklingafjöldinn oft mikill en ekki sérlega margar tegundir. Eru þær tegundir einnig í flestum tilvikum minni en þær sem lifa í fullsöltum sjó. Samsetningin, fáar tegundir, margir einstaklingar og lítil stærð einstaklinga er því einkennandi fyrir lög sem myndast hafa við árósa eða í ísöldum sjó. Flestar samlokutegundir eru háðar vistfræðilegum aðstæðum, t.d. hitastigi, seltu, dýpi og setgerð í botni. Þessar aðstæður hafa veruleg áhrif á dreifingu þeirra og eru því margar samlokutegundir notaðar til að segja til um fornan sjávarhita og þá einkum jökultodda (*Portlandia arctica*) og rataskel (*Hiatella arctica*). Jökultodda er yfirleitt notuð sem vísbending um fremur lágan sjávarhita en aftur á móti eru t.d. þykktönnungar (Rudistacea) krítartímabilsins notaðar sem vísbending um frekar háan hita. (Leifur A. Símonarson, 2008). Í ljós hefur komið að hjá sumum samlokum verða skeljarnar kúptar í hlýjum sjó. En tegundir hallokuættkvíslar (*Macoma*) verða flatari í köldum sjó, þá er mögulega hægt að bera saman hversu kúptar t.d. hallokur eru úr ákveðnum jarðlögum og hversu kúptar skeljar eru sem lifa við þekktar aðstæður í nútíma og má þá fá hugmyndir um hitaástand sjávar þegar jarðlögin voru að myndast. Einnig virðast flestar samlokur vera skreyttari í hlýjum sjó frekar en í köldum, með bæði stærri gárur, búrur og gaddaraðir. Þegar samloka er skoðuð í jarðlögum er yfirleitt hægt að sjá á vaxtarbeltum hennar hversu hratt hún hefur vaxið og hvenær hún varð kynþroska. Þá er hægt að bera hana saman við aðrar skeljar sömu tegundar, sem ýmist uxa við góð eða slæm skilyrði. Flestar samlokur lifa á smásæjum sund- eða sviflífverum en aðrar nýta fæðuagnir úr eðjunni (Leifur A. Símonarson, 2008). Á norðanverðu landgrunninu þrífast mismunandi fánur eftir því hvort Irmingerstraumurinn eða Austur-Íslandsstraumurinn er ráðandi og geta því dýraleifar sagt okkur hvar pólarfronturinn var staðsettur á mismunandi tíma í jarðsögunni (Knudsen o.fl., 2004).

3.1 Samlokutegundir í kjörnum

Samlokur eru tvíhliða lindýr með tvær skeljar sem oftast umlykja dýrið, þær eru jafnan nokkuð líkar, eða nánast spegilmynd af hvor annarri. Margar samlokutegundir voru greindar í þeim sex kjörnum sem skoðaðir voru við gerð þessarar ritgerðar. Hér verður gerð grein fyrir algengustu samlokunum í kjörnunum. Töflur hér að neðan sýna síðan hvaða tegundir fundust í hverjum kjarna fyrir sig og fjölda skelja.

Bathyarca glacialis (Gray,1824) - Jökulbirða

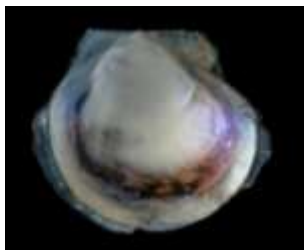
Við lítið dýpi við Norður-Grænland finnst kaldsjávartegundin jökulbirða (*Bathyarca glacialis*). Hún hefur ekki sviflirfustig og aðlagast því ekki vel á grunnsævi. Því má álykta að grunnsævífanan á norðlægðum slóðum hafi þróast frá tegundahópum sem lifðu á töluverðu dýpi, en fyrir um 2,45 milljón árum færðu sig nær landi og inn á grunnsævi. (Leifur A. Símonarson o.fl, 1998). Skeljar Jökulbirðu eru þykkar, nærri tígullaga og eru lengdar- og geislarákir hennar þéttstæðar og fíngerðar. (Ingimar Óskarsson, 1981). Hún hefur raðtenntar hjarir, oftast með skásitjandi allangar hliðartennur fremst og aftast. Streymi úr möttulholinu, bæði inn- og út-, er að aftanverðu, en engin bugða er á möttullínunni. Tálknin eru þráðtálkn (Leifur A. Símonarson, 2008).



Mynd 3.1: *Bathyarce glacialis*. www.naturalhistory.museumwales.ac.uk

Arctinula greenlandica (Sowerby, 1842) -Grænlandsdiskur

Kaldsjávartegundin *Arctinula greenlandica* finnst aðalega á miklu dýpi. Við Norður Grænland, Svalbarða, Norður- og Austurhluta Íslands og á Norður Atlantshafi við 63° (Leifur A. Símonarson, o.fl, 1998). Hún lifir á leirríkum botni sem er blandaður mól, sandi og skeljum (Ockelmann,1958). Sviflirfustig hennar er frekar stutt svo hún dreifir sér ekki hratt yfir (Leifur A. Símonarson, o.fl, 1998).



Mynd 3.2 : *Arctinula greenlandica*.
<http://www.marinespecies.org/>

***Thyasira gouldi* (Philippi, 1845)**

Þessi tegund er frekar kringluleit með miðstæðu og litlu nefi. Fremri bakrönd er óbuguð og myndar ekki horn við kviðröndina. Lengd skeljanna endanna á milli, hornrétt á hæðina er um 6-7 cm (Ingimar Óskarsson, 1981). Hún er oftast jafn rúnnuð þar sem hæð og lengd eru nánast jöfn. Hún er mjög algeng á arktískum svæðum (*sjá mynd 5.1*), þó hún finnst víða. Á Austur-Grænlandi finnst hún allt frá nokkrum metrum við fjöruborð niður að 385 metra dýpi. Tegundin þrífst aðallega á leðju- og leirbotni (Ockelmann, 1958). Þessi tegund finnst allt í kringum Ísland (Ingimar Óskarsson, 1981).



Mynd 3.3 : *Thyasira gouldi*.
<http://naturalhistory.museum.wales.ac.uk>

***Thyasira equalis* (Verill & Bush, 1898)**

Thyasira equalis var talin afbrigði samlokunar *Thyasira flexuosa*, hrukkubúlðu, en flokkast nú sem sérstök tegund en hefur ekkert íslenskt heiti (Leifur A. Símonarsson). Skeljarnar eru þríhyrndar nefmegin, mjög kúptar, hálf gagnsæjar. Lengd skeljanna enda á milli, hornrétt á hæðina er um 6 mm. Velþroskuð eintök geta verið perulaga. (Ingimar Óskarsson, 1981). Hún finnst allt frá 10-15 metra dýpi og niður undir 3000 metra dýpi. Telst hún til kaldsjávartegunda og er útbreiðsla hennar mest neðan 100 metra dýpis. Hún heldur sig aðallega á leirbotni, bæði mjúkum og hörðum, þar sem hún grefur sig niður í botninn. Finnst hún aðallega í köldum sjó, við Grænland, Jan Mayen og norður- og austurströnd Íslands (Ockelman, 1958).



Mynd 3.4 : *Thyasira equalis*.
www.naturalhistory.museum.wales.ac.uk

Yoldiella frigida (Torell, 1859) - Dvertodda

Er mjög smávaxin, skeljarnar eru kringuleitar, stutteggla og aðeins 1,4 sinnum lengri en þær eru háar. Nefið er ekki áberandi. Hún hefur fundist á allmörgum stöðum við Ísland þá á 75-379 metra dýpi og á djúpsævi (Ingimar Óskarsson, 1981). Hún finnst einnig víða þar sem kaldur sjór er ríkjandi, við vesturströnd Grænlands og við Jan Mayen (Ocklemann, 1958).



Mynd 3.5 : *Yoldiella frigida*.
<http://www.marinespecies.org>

3.2 Yfirlit um dreifingu tegunda í mismunandi setkjörnum

Kjarni HM107-01

Þessi kjarni náði niður að 3,8 metra dýpi, og innihélt hann tíu einstaklinga, þar af voru tvær samlokutegundir *Thyasira equalis* og jökulbirða (*Bathyarca glacialis*). Einnig var hyrnuskel (*Siphonodentalium lobatum*) í kjarnanum og voru flestu einstaklingarnir af þeirri gerð eða um fimm. Fundust þær á 0,5 – 1 metra dýpi og svo aftur á 2 – 2,5 metra dýpi. Jökulbirðurnar voru þrjár en þær voru allar á 2-3 metra dýpi.

Kjarni HM107-01		
Ættkvísl	Tegund	Fjöldi
<i>Siphonodentalium</i>	<i>lobatum</i>	5
<i>Bathyarca</i>	<i>glacialis</i>	2
<i>Thyasira</i>	<i>equalis</i>	3

Tafla 1: Sædýrategundir í kjarna HM107-01

Kjarni HM107-03

Þessi kjarni náði niður á 4,23 metra dýpi. Greindar voru tólf tegundir, sem tilheyra sex ættkvíslum. *Bathyarca*, *Propebela*, *Portlandia*, *Oenopota*, *Thyasira* og *Yoldiella*. Í kjarna þessum voru 19 einstaklingar. Flestu tegundirnar voru á 0,5 metra dýpi og 1,75-1,8 metra dýpi. Þar fundust þrjú einstaklingar. Mest var af *Yoldiella* sp. sem þýðir að skeljarnar eru af ættkvíslinni *Yoldiella* en ekki náðist að greina hvaða tegund það væri.

Kjarni HM107-03		
Ættkvísl	Tegund	Fjöldi
<i>Bathyarca</i>	<i>glacialis</i>	2
<i>Propebela</i>	<i>reticulata</i>	1
<i>Portlandia</i>	sp.	1
<i>Oenopota</i>	sp.	1
<i>Thyasira</i>	<i>gouldii</i>	1
	sp.	2
<i>Yoldiella</i>	<i>intermedia</i>	1
	<i>fraterna</i>	2
	<i>lenticula</i>	2
	sp.	3
<i>Arctinula</i>	<i>greenlandica</i>	2

Tafla 2: Þær samlokur sem fundust í kjarna HM107-03

Kjarni MD99-2271

Þessi kjarni nær niður að 8,1 metra dýpi. Við greiningu á kjarnanum fundust 23 tegundir af samlokum, þrjár tegundir af sniglum og hyrnuskel; *Thyasira*, *Cuspidaria*, *Artinula*, *Yoldiella*, *Bathyarca*, *Dacrydium*, *Taxodonta*, *Tridonta*, *Astarte* og *Nuculana* voru þeir ættkvíslir af samlokum sem fundust og voru 253 einstaklingar greindir, af þeim voru tíu táknaðir sem *Bivalvia* sp. sem þýðir að það sé samlokutegund en ekki vitað með vissu hvaða tegund hún tilheyrir. Mest var af tegundinni *Thyasira equalis* og voru þeir 63 einstaklingar. Var þá að finna á 0,2 metra dýpi til 4,75 metra dýpi, flestar skeljarnar voru á bilinu 2,6 -4,15 metra dýpi en svo fannst ekkert af þessari tegund þegar komið var niður fyrir 4,75 metrana. Einnig var mikið af tegundinni *Arctinula greenlandica* á sama

dýptarbili en hún náði þó niður á 500 metra. Eining fannst skel af þeirri tegund þegar komið var niður í 8 metra. Tegundirnar *Nuculana minuta* og *Nuculana pernula*, sáust fyrst á þriggja metra dýpi og alveg niður á 8 metrana, ekki var þó mikið sem fannst af þeim. Voru þær einu tegundirnar sem fundust á 7 metra dýpi. Fundust einnig 13 einstakingar af hyrnuskel *Siphonodentalium lobatum* og þrjár tegundir af sniglum, *Lunatia pallida*, *Lunatia* sp. *Margarites cinereus* og *Cylichna occulta*.

Kjarni MD99-2271					
Ættkvísl	Tegund	Fjöldi	Ættkvísl	Tegund	Fjöldi
<i>Margarites</i>	<i>cinereus</i>	1	<i>Cylichna</i>	<i>occulta</i>	1
<i>Lunatia</i>	<i>pallida</i>	4	<i>Siphonodentalium</i>	<i>lobatum</i>	13
	sp.	1			
<i>Thyasira</i>	<i>equalis</i>	63	<i>Yoldiella</i>	<i>fraterna</i>	30
	<i>gouldi</i>	8		<i>frigida</i>	6
	<i>dunbari</i>	2		<i>lenticula</i>	11
	<i>eumyaria</i>	1		<i>subaequilatera</i>	2
	sp.	34		<i>intermedia</i>	5
<i>Cuspidaria</i>	<i>arctica</i>	2	<i>Nuculana</i>	<i>minuta</i>	1
	<i>glacialis</i>	1		<i>pernula</i>	2
<i>Bahyarca</i>	<i>glacialis</i>	6	<i>Artinula</i>	<i>greenlandica</i>	35
<i>Dacrydium</i>	<i>vitreum</i>	1	<i>Astarte</i>	<i>crenata</i>	1
<i>Taxodonta</i>	sp.	1	<i>Tridonta</i>	<i>elliptica</i>	1

Tafla 3: Þær samlokutegundir sem fundust í kjarna MD99-2271, Hyrnuskeljar og sniglar.

Kjarni MD99-2272

Dýpt kjarna var 22,15 metrar. Við rannsókn á kjarna fundust 25 tegundir samloka. Þar af voru 14 ættbálkar, sjá töflu 4. Í kjarnanum fundust einnig þrjár tegundir af hyrnuskel af tegundunum *Siphonodentalium lobatum*, *Dentalium agile* og *D. entalis*. Einnig fundust 9 snigla tegundir, *Lunatia tenuistriata*, *Lunatia pallida*, *Cylichna alba*, *Margarites cinereus*, *Alvania* sp. *Natica affinis*, *Volutomitra groenlandica*, *Scaphander* sp. og *Oenopota pingeli*. Tvær tegundir af pípuormum, *Serpula vermicularis*, *Spirorbis borealis* og einn hrúðukarl, *Cirripedia* sp. Í kjarnanum voru 5 einstaklingar sem voru flokkaðir sem samlokur. Mest var af tegundinni *Thyasira equalis* og voru flestar á 0,2- 6 metra dýpi, fer þeim svo fækkandi og ekki finnst meira af tegundinni þegar komið er niður fyrir 14,5 metra.

Kjarni MD99-2272					
Ættkvísl	Tegund	Fjöldi	Ættkvísl	Tegund	Fjöldi
<i>Spirorbis</i>	<i>borealis</i>	1	<i>Serpula</i>	<i>vermicularis</i>	5
	sp.	2			
<i>Cirripedia</i>	sp.	1	<i>Cylichna</i>	<i>alba</i>	2
<i>Lunatia</i>	<i>tenuistriata</i>	1	<i>Margarites</i>	<i>cinereus</i>	1
	<i>pallida</i>	1	<i>Alvania</i>	sp.	1
<i>Natica</i>	<i>affinis</i>	1	<i>Volutomitra</i>	<i>groenlandica</i>	1
<i>Scaphander</i>	sp.	1	<i>Oenopota</i>	<i>pingeli</i>	2
<i>Siphonodentalium</i>	<i>lobatum</i>	16	<i>Dentalium</i>	<i>agiles</i>	1
				<i>entalis</i>	3
<i>Serripes</i>	<i>groenlandicus</i>	2	<i>Cuspidaria</i>	<i>arctica</i>	1
<i>Thyasira</i>	<i>equalis</i>	104	<i>Yoldiella</i>	<i>fraterna</i>	19
	<i>gouldi</i>	8		<i>frigida</i>	3
	sp.	24		<i>hyperborea</i>	6
				<i>lenticula</i>	4
				<i>iris</i>	2
				sp.	19
<i>Tridonta</i>	<i>montagui</i>	1	<i>Nuculana</i>	<i>minuta</i>	4
	sp.	5		<i>pernula</i>	17
				sp.	6
<i>Bahyarca</i>	<i>glacialis</i>	4	<i>Artinula</i>	<i>greenlandica</i>	4
<i>Dacrydium</i>	<i>vitreum</i>	1	<i>Hiatella</i>	<i>arctica</i>	1
<i>Nuculoma</i>	<i>tenuis</i>	8	<i>Macoma</i>	<i>calcareea</i>	4
<i>Mytilus</i>	sp.	1	<i>Acanthocardia</i>	<i>echinata</i>	1

Tafla 4: Sædýrategundir sem fundust í kjarna MD99-2272

Kjarni MD99-2273

Þessi kjarni náði niður að 24 metra dýpi. Greindar voru 12 tegundir af samlokum, sjö ættkvílsir, *Thyasira*, *Artinula*, *Bahyarca*, *Cuspidaria*, *Yoldiella*, *Axinopsida* og *Dacrydium*. Mest var af *Thyasira equalis*. Hún fannst í byrjun kjarnans og alveg niður á 23,8 metra dýpi. Í kjarnanum fannst einnig tegund af hyrnuskel, *Siphonodentalium lobatum* og sniglatgundin *Oenopota violacea*. Ein samloka var merkt sem *Bivalvia* sp.

Kjarni MD99-2273					
Ættkvísl	Tegund	Fjöldi	Ættkvísl	Tegund	Fjöldi
<i>Oenopota</i>	<i>violacea</i>	1	<i>Siphonodentalium</i>	<i>lobatum</i>	3
<i>Thyasira</i>	<i>equalis</i>	72	<i>Yoldiella</i>	<i>fraterna</i>	4
	<i>gouldi</i>	7		<i>frigida</i>	1
	<i>dunbari</i>	1	<i>Cuspidaria</i>	<i>glacialis</i>	1
	sp.	16	<i>Dacrydium</i>	<i>vitreum</i>	1
<i>Artinula</i>	<i>greenlandica</i>	2	<i>Axinopsida</i>	<i>operculata</i>	2
<i>Bahyarca</i>	<i>glacialis</i>	3			

Tafla 4: Sædýrategundir sem fundust í kjarna MD99-2273

Kjarni MD99-2275

Náði niður á 36,1 metra dýpi. Í þessum kjarna fundust 10 ættkvíslir af samlokum, *Thyasira*, *Bahyarca*, *Nuculana*, *Tridonta*, *Heteranomia*, *Yoldiella*, *Astarte*, *Macoma*, *Chlamys* og *Yoldia*. Einnig fundust tvær tegundir af hyrnuskel, *Siphonodentalium lobatum* og *Dentalium entalis* og ein sniglategund, *Propebela trevelliiana*. Fimm skeljar voru merktar sem *Bivalvia* sp. Flestar voru samlokurnar af tegundinni *Thyasira equalis*. Lang flestar voru á milli 1,5 – 11,5 metra dýpi. Þegar komið var á 15 metra dýpi hurfu þær næstum alveg, nema ein skel fannst á 31 metra dýpi. Mikið var af hyrnuskelinni *Siphonodentalium lobatum* í þessum kjarna alls fundust 30 eintök.

Kjarni MD99-2275					
Ættbálkur	Tegund	Fjöldi	Ættbálkur	Tegund	Fjöldi
<i>Propebela</i>	<i>trevelliiana</i>	1	<i>Siphonodentalium</i>	<i>lobatum</i>	30
<i>Dentalium</i>	<i>entalis</i>	2	<i>Macoma</i>	<i>calcareia</i>	1
<i>Thyasira</i>	<i>equalis</i>	87	<i>Yoldiella</i>	<i>fraterna</i>	1
	<i>gouldi</i>	1		<i>lenticula</i>	6
	<i>dunbari</i>	1		<i>frigida</i>	6
				sp.	21
	<i>ferruginea</i>	1	<i>Astarte</i>	sp.	1
	sp.	27	<i>Chlamys</i>	<i>islandica</i>	1
<i>Bahyarca</i>	<i>glacialis</i>	9	<i>Yoldia</i>	<i>hyperborea</i>	3
<i>Nuculana</i>	<i>pernula</i>	10	<i>Tridonta</i>	<i>elliptica</i>	1
	sp.	27	<i>Heteranomia</i>	<i>squamula</i>	1

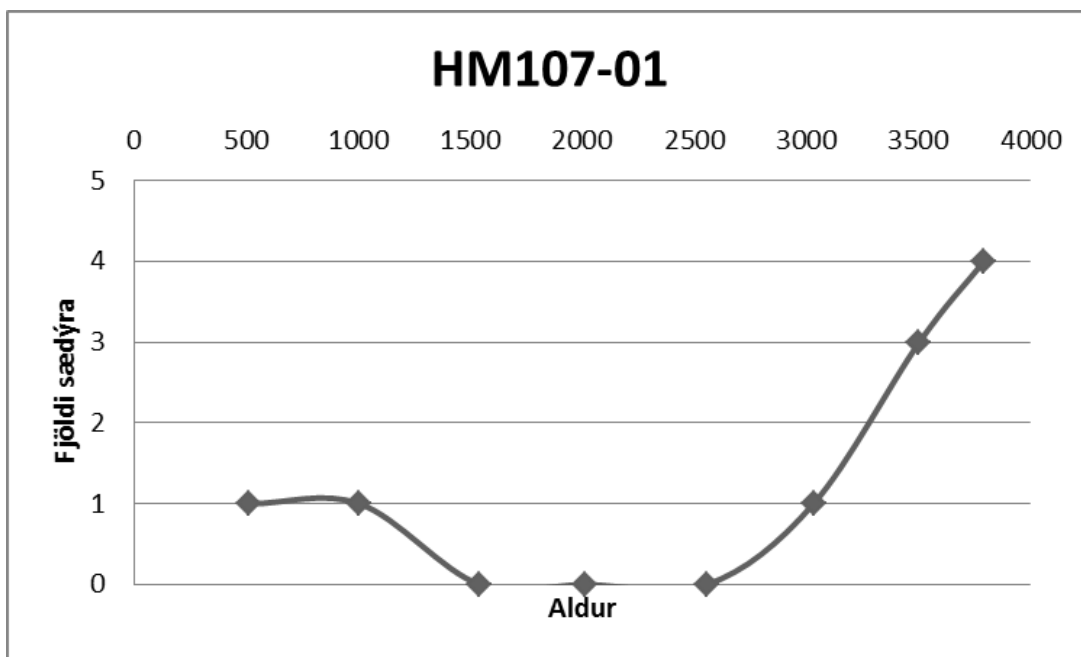
Tafla 5: Sædýrategundir sem fundust í kjarna MD99-2275

4 Niðurstöður

Línurit voru gerð fyrir hvern kjarna fyrir sig. Jafnframt voru sett upp línurit fyrir flestar samlokur í hverjum kjarna. Línuritin voru sett upp, sem aldur á móti fjölda samloka á 500 ára millibili. Kjarnarnir byrja á aldrinum 0 sem þýðir að hann byrji árið 1950, nema kjarni HM107-03, hann byrjar árið 1993 og kjarni MD99-2273 sem byrjar árið 1966. Aldursgreiningar eru byggðar á þeim gjóskulögum sem fundust í kjörnunum.

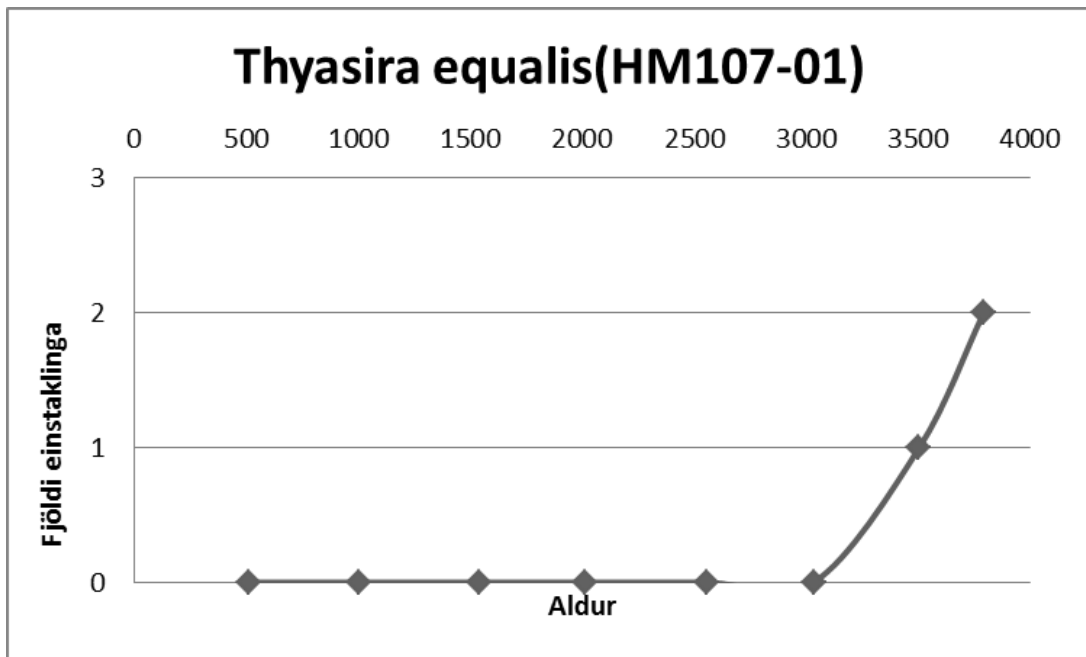
4.1 Jarðsöguleg dreifing

Kjarni HM107-01



Mynd 4.1: Fjöldi sædýra á móti aldri í kjarna HM107-01

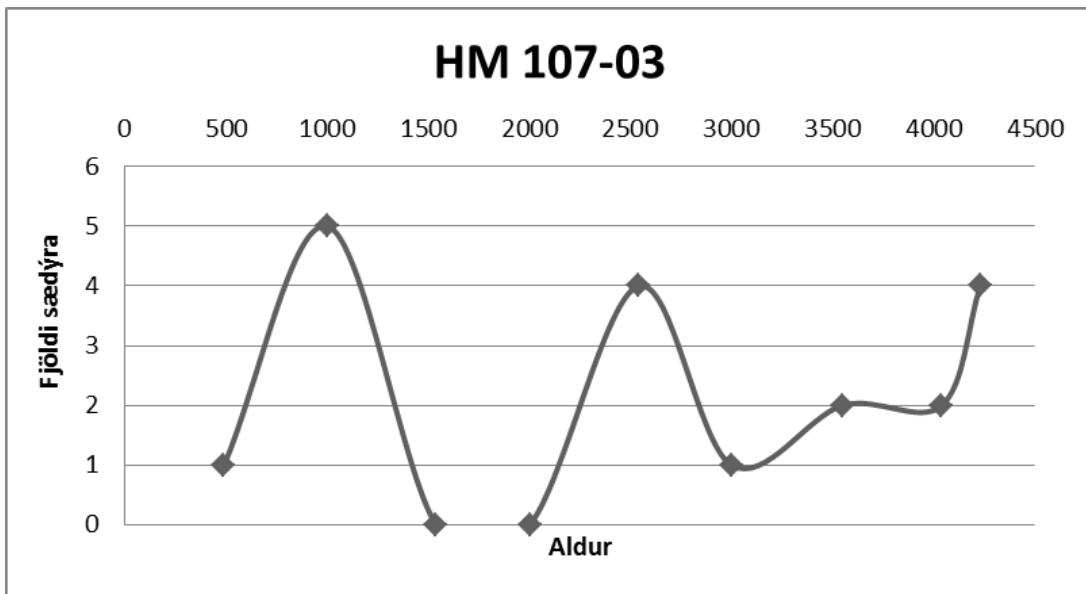
Hér eru fjöldi einstaklinga 10. Dýpi kjarnans var 3,8 metrar. Hér sjáum við að fjöldinn eykst fyrir um 2500 árum.



Mynd 4.2: Fjöldi *Thyasira equalis* á móti aldri í kjarna HM107-01

Á mynd 4.2 sjáum við tegundina *Thyasira equalis* í kjarnanum. Hana virðist ekki vera að finna fyrir en fyrir 3000 árum. Eftir það fjölgar henni hratt.

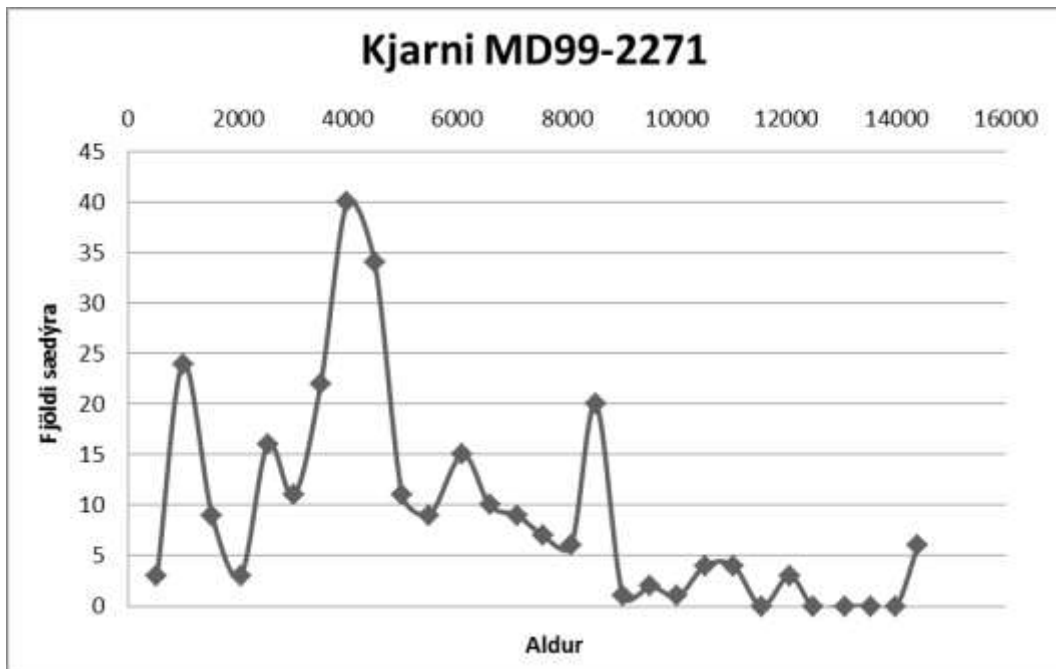
Kjarni HM107-03



Mynd 4.3: Fjöldi sædýra á móti aldri í kjarna HM107-03

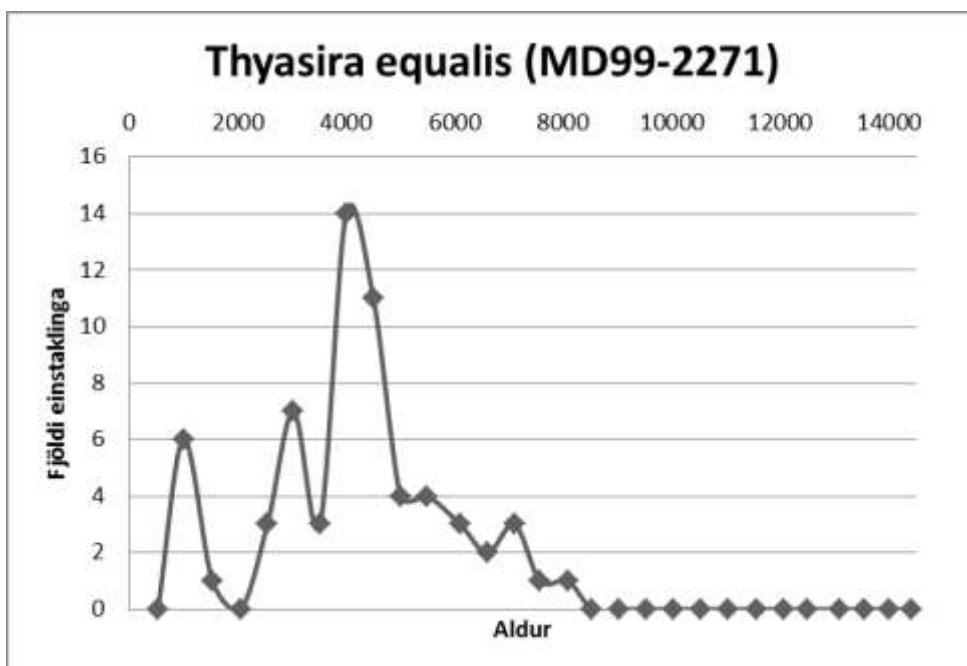
19 einstaklingar voru í þessum kjarna og náði hann niður á 4,23 metra dýpi. Á mynd 4.3 sjáum við að fyrir rúmlega 4.000 árum virðist vera toppur á niðurleið síðan kemur annar toppur fyrir u.þ.b. 2.500 árum síðan. Loks er svo toppur fyrir um 1.000 árum síðan. Mitt á milli tveggja síðari toppanna minnkaði fjöldinn og fundust engar dýraleifar í kjarnanum.

Kjarni DM99-2271



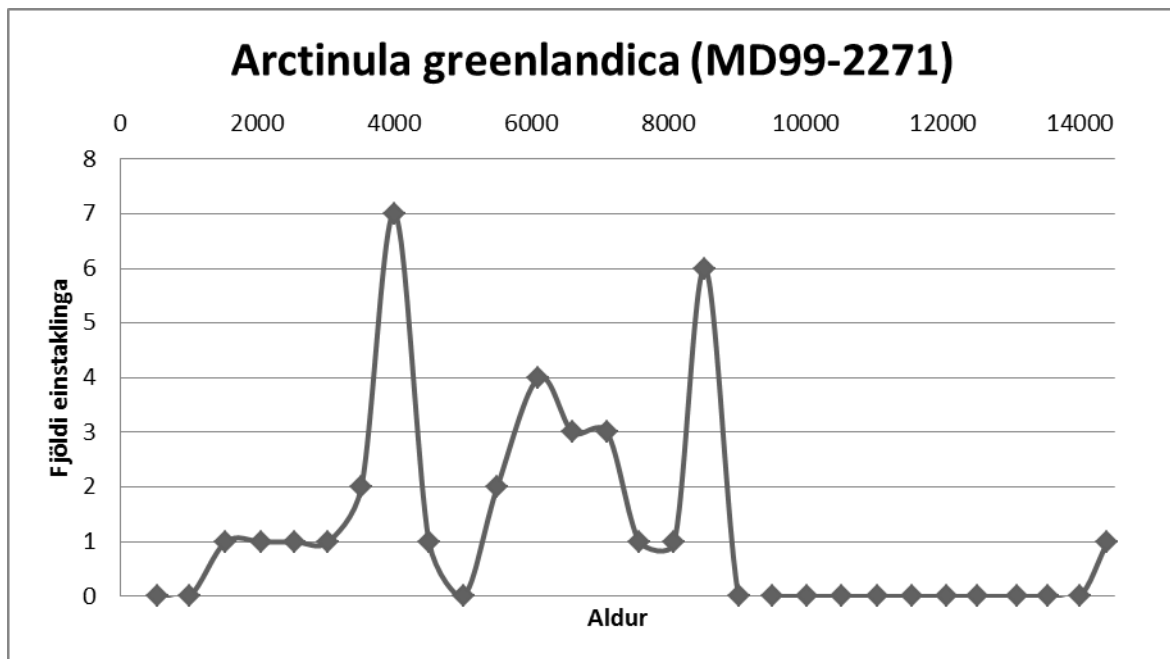
Mynd 4.4: Fjöldi sæðýra á móti aldri í kjarna MD99-2271

Fjöldi einstaklinga í þessum kjarna voru 269 og náði hann niður á 8,1 metra dýpi. Á mynd 4.4 sjáum við að fyrir u.þ.b 10.000 árum eru fáar dýraleifar, síðan eykst fjöldinn upp í 20 einstaklinga fyrir um 8.000 árum síðan. Fyrir 4.000 árum kemur stór kyppur þar sem einstaklingar teljast 40. Fyrir um 1.000 árum síðan er síðasti toppurinn þar sem fjöldinn nær 24 einstaklingum, fer fjöldinn hratt minnkandi eftir það. Tvær tegundir af samlokum voru áberandi margar í kjarnanum og sjáum við línuritið fyrir þær hér fyrir neðan.



Mynd 4.5: Fjöldi *Thyasira equalis* á móti aldri í kjarna MD99-2271

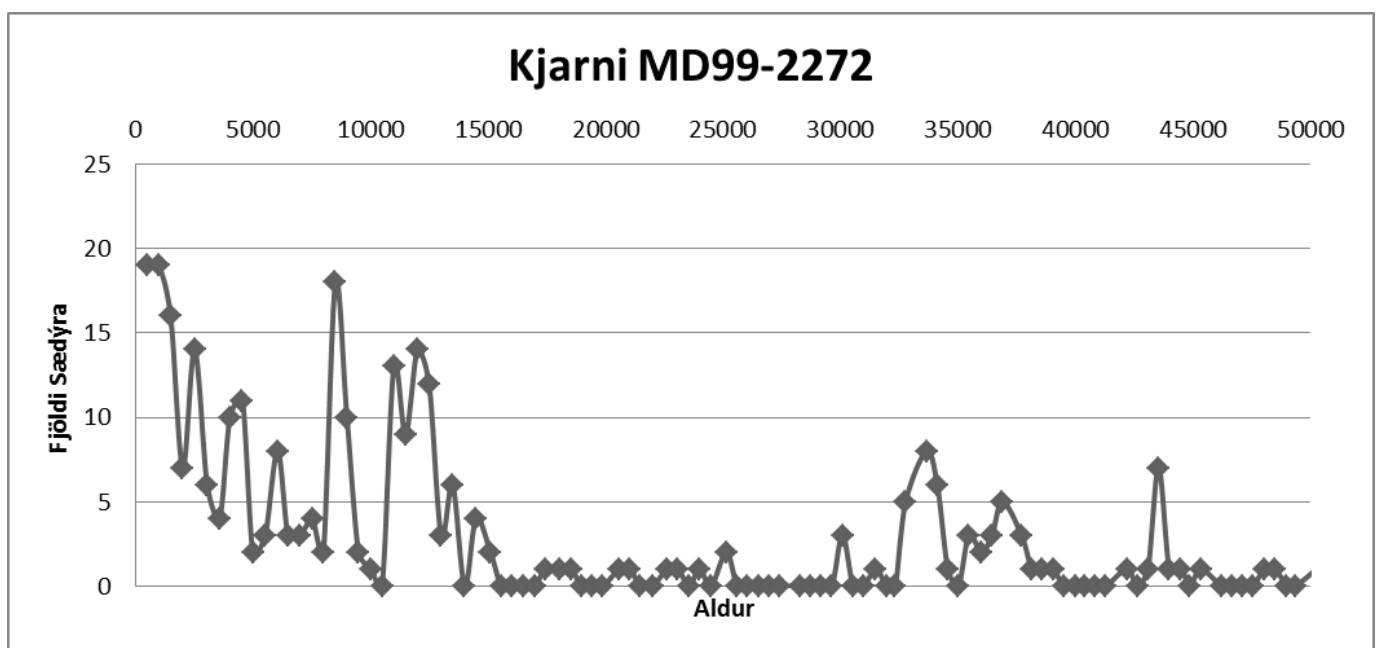
Á mynd 4.5 sjáum við að *Thyasira equalis* kemur fyrst fram fyrir um 9.000 árum síðan. Henni fjölga hægt þar til fyrir u.þ.b 4000 árum síðan, þá verður töluverð fjölgun. Henni fækka síðan hratt aftur og hverfur alveg fyrir u.þ.b 2.000 árum síðan. Síðan birtist hún aftur fyrir um 1.000 árum en hefur síðan.



Mynd 4.6 : Fjöldi *Arctinula greenlandica* á móti aldri í kjarna MD99-2271

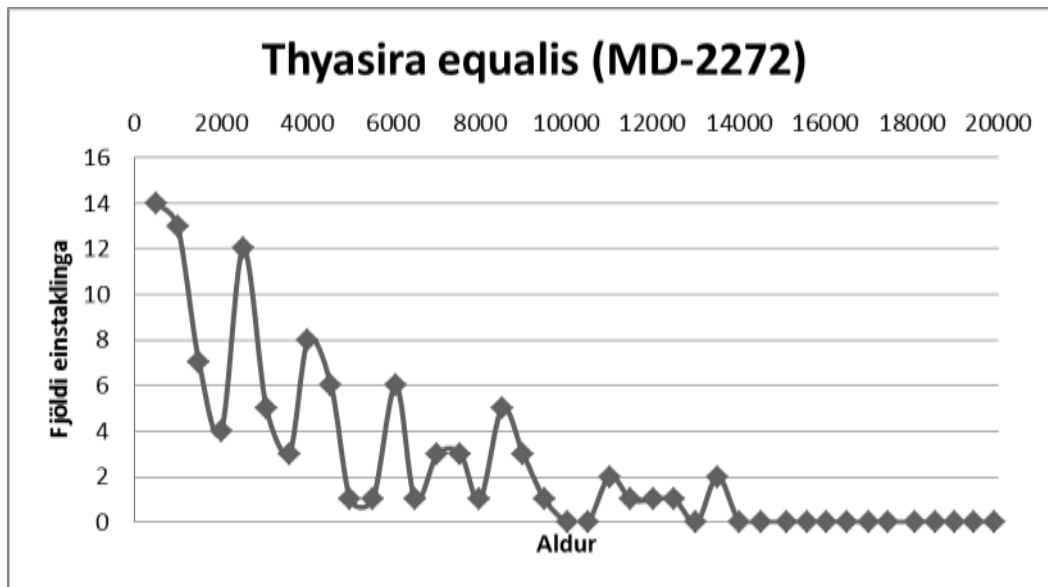
Á mynd 4.6 sjáum við fjölda samloku tegundina *Arctinula greenlandica*. Hún finnst fyrst fyrir um 9.000 árum síðan. Fer henni þá fjölgandi en nær síðan hámrki fyrir um 4.000 árum síðan. En hverfur síðan alveg fyrir um 1.000 árum síðan. Nefna má að eitt eintak fannst fyrir um 14000 árum síðan.

Kjarni MD99-2272



Mynd 4.7: Fjöldi sæðýra á móti aldri í kjarna MD99-2272

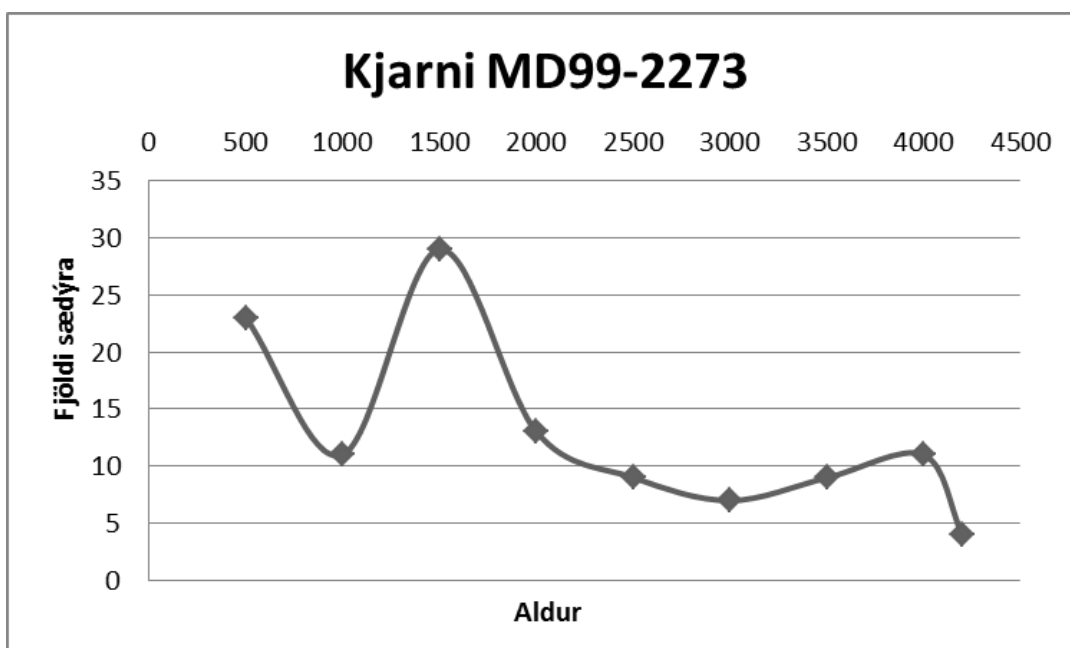
Þessi kjarni var 22,15 metrar, í honum fundust 25 tegundir af samlokum. Fjöldi einstaklinga sem fundust í kjarnanum voru 293. Á mynd 4.7 sjáum við að ekki er mikið af einstaklingum fyrr en fyrir um 13.000 árum síðan. Fjöldinn fellur síðan fyrir um 1.000 árum. Hann eykst svo aftur 2.000 árum seinna. Þá fellur fjöldinn á ný en fjölgar svo hægt með nokkrum toppum til dagsins í dag.



Mynd 4.8: Fjöldi *Thyasira equalis* á móti aldri í kjarna MD99-2272

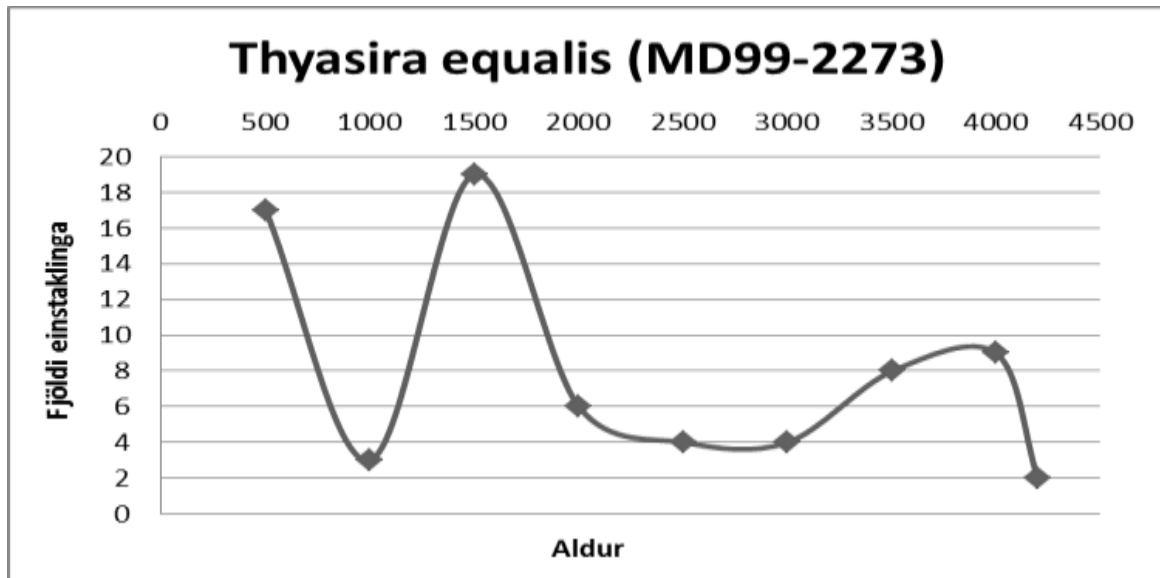
Thyasira equalis voru áberandi flestar í kjarnanum, á mynd 4.8 sjáum við dreifingu þeirra á móti aldri. Ekki finnst hún fyrr en fyrir 14.000 árum. Fjöldinn eykst jafnt og þétt með regulegum niðursveiflum. Fyrir um 500 árum síðan var fjöldin komin í um 14 einstaklinga.

Kjarni MD99-2273



Mynd 4.9: Fjöldi sædýra á móti aldri í kjarna MD99-2273

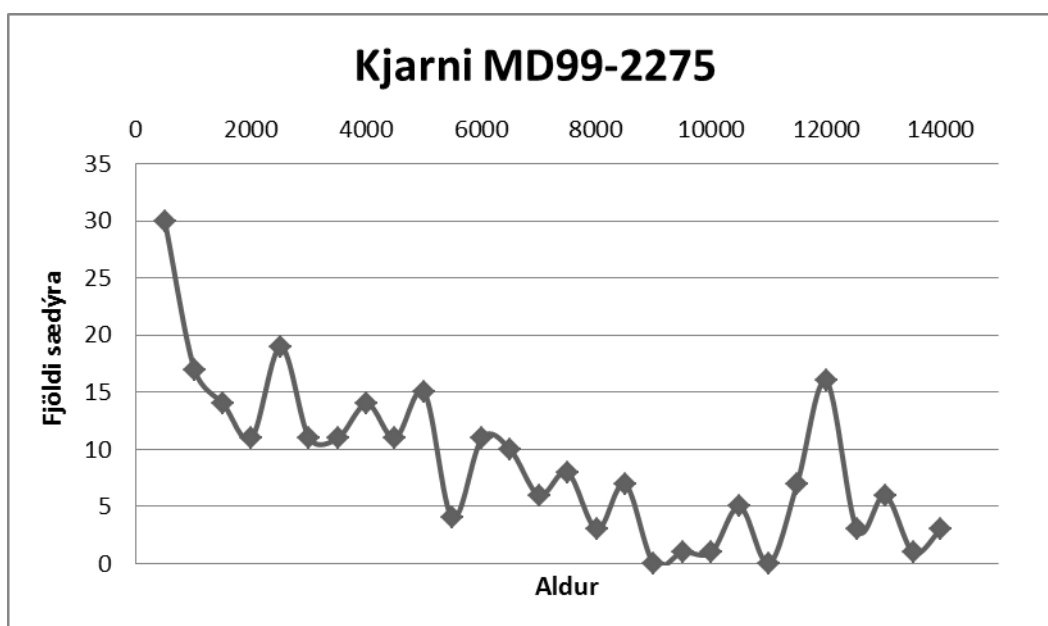
Þessi kjarni nær niður á 24 metra dýpi. Greindir voru 116 einstaklingar og má sjá á mynd 4.8 fjölda samloka á móti aldri. Á mynd 4.8 sjáum við að mikil aukning á skeljum átti sér stað fyrir um 1.500 árum síðan, en fer síðan fækkandi. Fjölgar þeim svp upp í 23 einstaklinga fyrir um 500 árum síðan.



Mynd 4.10 : Fjöldi *Thyasira equalis* á móti aldri í kjarna MD99-2273

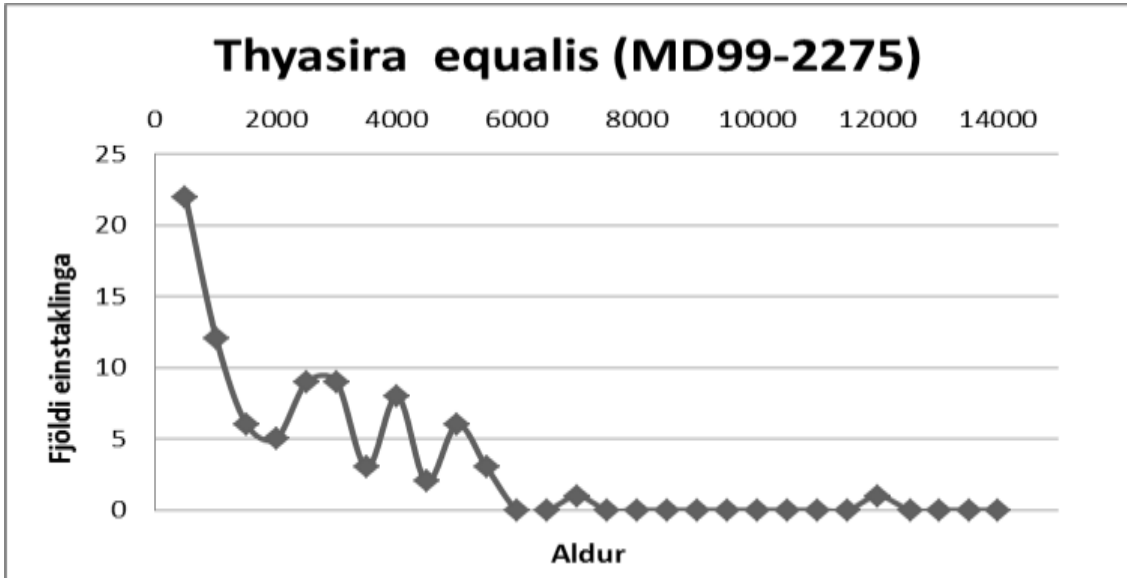
Á mynd 4.9 sjáum við fjölda *Thyasira equalis* í kjarnanum á móti aldri. Líkt og með mynd 4.8 þá er mikil aukning á tegundinni fyrir um 1500 árum síðan en fer henni svo fækkandi. En eykst á ný fyrir um 500 árum síðan.

Kjarni MD99-2275



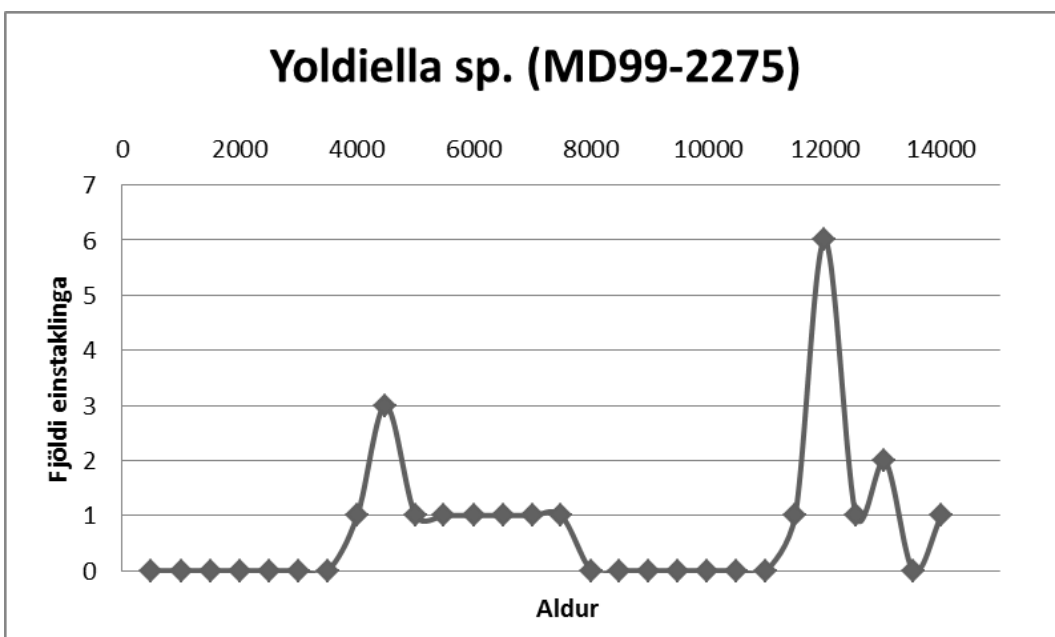
Mynd 4.11: Fjöldi sæðýra á móti aldri í kjarna MD99-2275

Þessi kjarni náði niður á 36,1 metra dýpi og greindar voru 246 tegundir. Á mynd 4.10 má sjá hvernig fjöldinn er teiknaður upp á móti dýpi. Fjölgun á sér stað fyrir um 12.000 árum síðan. Fjöldin fer síðan lækkandi en eykst svo jafnt og þétt með reglulegum niðursveiflum. Fyrir um 500 árum síðan er fjöldi einstaklinga komin í 30.



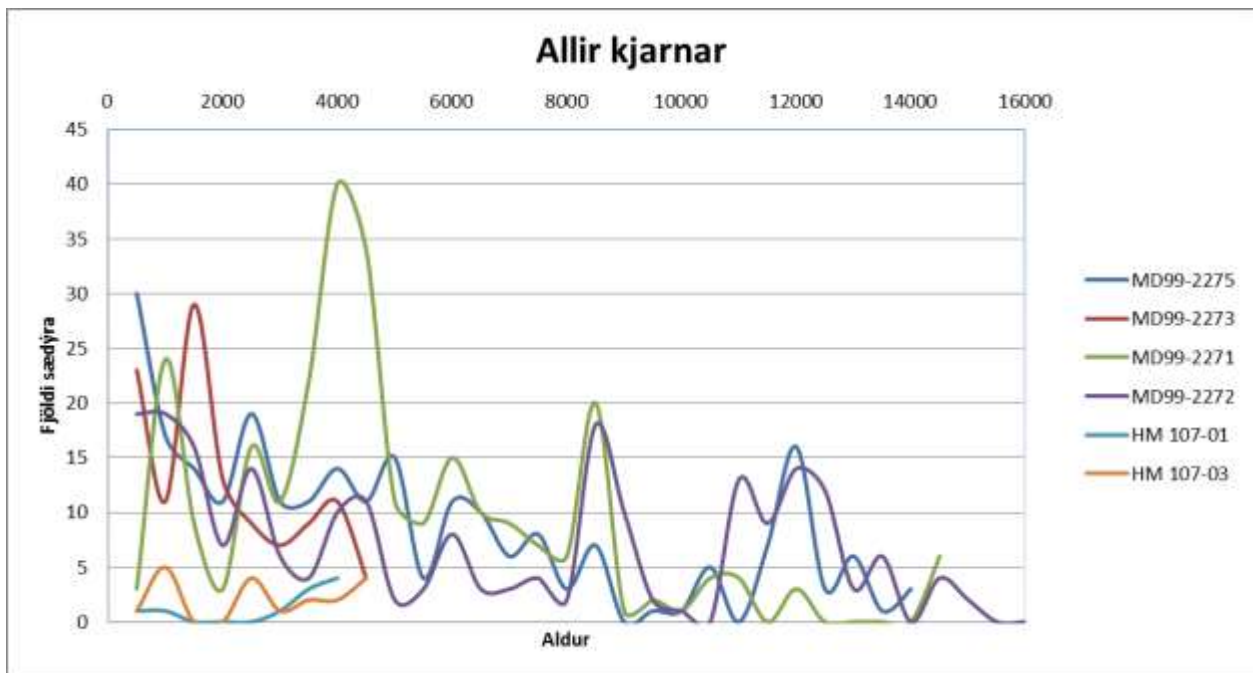
Mynd 4.12: Fjöldi *Thyasira equalis* á móti dýpi í kjarna MD99-2275

Flestu samlokurnar í þessum kjarna voru af tegundinni *Thyasira equalis*. Á mynd 4.11 má sjá fjölda sædýra á móti aldri. Ekki finnst mikið af tegundinni fyrr en fyrir 6.000 árum síðan, fer henni fjölgandi og fækkandi á víxl, þangað til fyrir um 500 árum en þá eykst fjöldinn töluvert.



Mynd 4.13: Skeljar af *Yoldiella* ættkvíslinni á móti dýpi í kjarna MD99-2275

Í kjarnanum voru nokkuð margar skeljar af ættkvíslinni Yoldiella, ekki var hægt að greina hvaða tegundir þetta voru en á mynd 4.12 sjáum við hvernig fjöldinn er á móti dýpi. Þar er toppur fyrir um 12.000 árum síðan sem útskýrir toppinn á mynd 4.10.



Mynd 4.14: Fjöldi sædýra á móti aldri í öllum kjörnum.

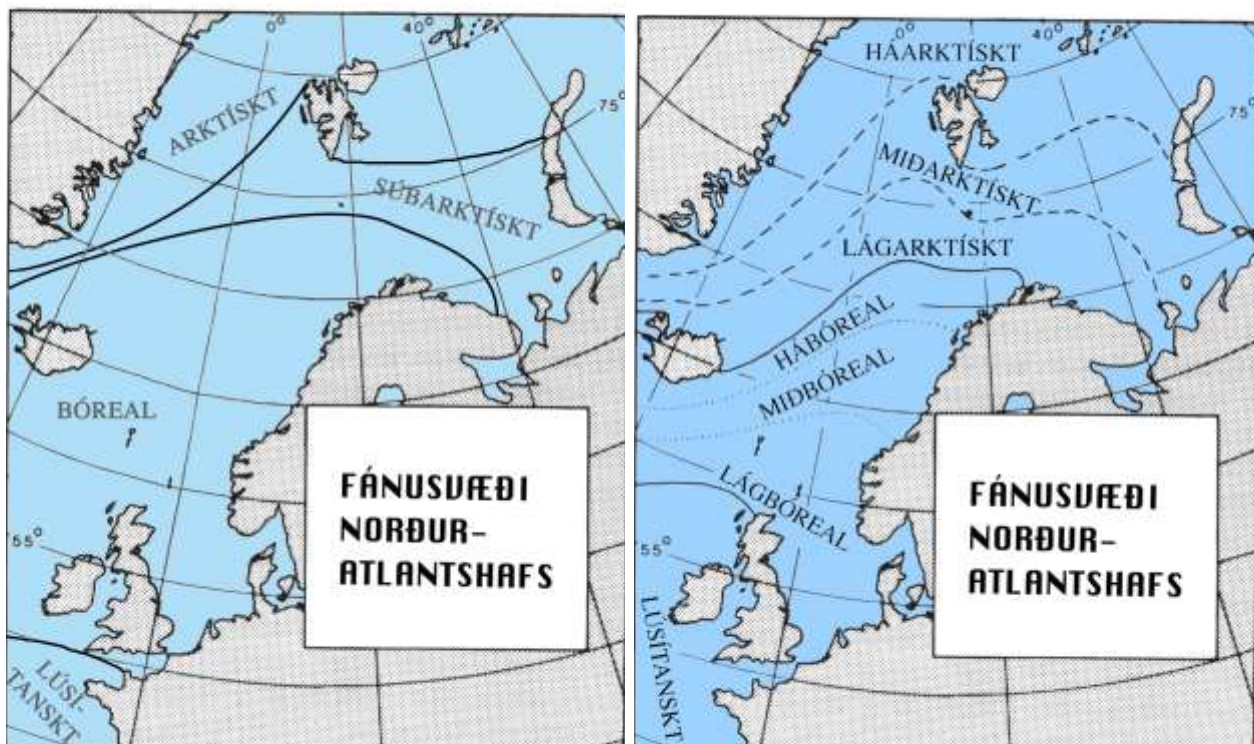
Á mynd 4.13 sjáum við alla kjarna setta saman með mismunandi litum. Fjöldi einstaklinga í kjörnunum fylgjast allvel saman, einungis er einn áberandi toppur í kjarna MD99-2271 fyrir um 4000 árum síðan. Berum saman kjarnana MD99-2271 og MD99-2272. Kjarni MD99-2271 er tekinn á frekar litlu dýpi vestan megin við Kolbeinsey. Hann er merktur með grænum lit. Kjarni MD99-2272 er aftur á móti tekinn á miklu dýpi vestan megin við Kolbeinsey. Hann er merktur með fjólubláum lit. Ekki má sjá mikinn mun á fjölda sædýra í þessum kjörnum, nema fyrir 4000 árum þá fjölga dýrum mikið í kjarna MD99-2271, en fyrir um 12.000 árum fjölga sædýrum meira í kjarna MD99-2272 þar sem fjöldinn í kjarna MD99-2271 er næstum enginn og hverfur svo fyrir um 13-14.000 árum. Kjarni MD99-2275 er merktur inn á mynd 4.14 sem dökkblár litur, sá kjarni er tekinn austan megin við Kolbeinsey. Þó það séu fleiri sædýr í þeim kjarna þá sjáum við að þegar aukning verður á dýrum í kjarnanum þá eykst einnig fjöldi dýra í kjarna MD99-2272. Kjarni MD99-2273 er merktur með rauðum lit, þessi kjarni nær 4.500 ár aftur í tímann. Hann er tekinn vestan megin við Kolbeinsey á miklu dýpi og er eini kjarninn sem sýnir mikla aukingu á sædýrum fyrir um 2.000 árum síðan. Hinir kjarnarnir sýna aukningu fyrir um 2.500-3.000 árum síðan en þá fækkar fjöldi í kjarna MD99-2273. Ef við berum saman kjarna MD99-2271 og MD99-2273, þar sem þeir eru báðir teknir vestan megin við Kolbeinsey. Kjarni MD99-2273 er tekinn á meira dýpi en kjarni MD99-2271. Fyrir um 2.000 árum síðan eru fá sædýr í kjarna MD99-2273 en fjölga svo fyrir 500-1.000 árum síðan. En í kjarna MD99-2271 er öfugt farið miðað við sömu tímabil.

5 Umræður og ályktanir

Skipta má hafinu í sérstök fánusvæði, þar sem hvert svæði einkennist af vissum vistfræðilegum aðstæðum t.d. eins og hitastigi sjávar. Á mynd 5.1 má sjá skiptingu fánusvæða eftir hitastigi í Norður-Atlantshafi (Feyling – Hansen 1955; Funder o.fl. 2002).

Flestu samlokurnar í kjörnunum voru af tegundinni *Thyasira equalis* og er sú tegund lýsandi fyrir frekar kaldan sjó og telst því vera arktísk. Í kjarna MD99-2271 er einnig mikið af tegundinni *Arctinula greenlandica* og tilheyrir hún einnig arktíska fánusvæðinu. Ockelmann (1958) benti á að þessi tegund finnist eingöngu í umhverfi þar sem kaldur sjór er ríkjandi. Er því hægt að álykta að hún sé góður hitamælir, henni fer því fjölgandi þegar sjór fer kólnandi.

Straumar sjávar geta bæði verið lóðréttir og láréttir. Lóðrétt blöndun veldur því að djúplög sjávar endurnýjast af súrefnisauðugum sjó og næringarefni úr djúpinu berast í yfirborðslögin (Unnsteinn Stefánsson, 1999). Við þetta verður meiri framleiðni og getur það einnig valdið fjölgun skelja á svæðinu.



Mynd 5.1 : Fánusvæði Norður-Atlantshaf við núverandi aðstæður og áður fyrr. Fyrri myndin er frá árinu 2002 en sú seinni frá árinu 1955. (Feyling – Hansen 1955; Funder o.fl. 2002).

Í öllum kjörnum sjáum við að *Thyasira equalis* fer fjölgandi fyrir um 4000 árum síðan. Það gæti bent til þess að sjór hafi farið kólnandi á þeim tíma. Í kjarna MD99-2271 er áberandi mikill fjöldi af samlokum við 4.000 ára markið, sjá mynd 4.13, enda mikið af *Thyasira equalis* og *Arctinula greenlandica* sem eru kaldsjávartegundir líkt og áður hefur komið fram. Einnig sjáum við að fjöldinn eykst fyrir um 8500 árum og svo aftur fyrir um 12.000 árum.

Fyrri rannsóknir á götungum, kísilþörungum og stöðugum samsætum í sjavarseti á landgrunninu fyrir norðan Ísland, hafa sýnt að umfangsmiklar breytingar í yfirborði sjávar hafa orðið fyrir um 15.800 árum síðan. Þessar upplýsingar fengust úr tveimur kjörnum sem teknir voru beggja vegna Kolbeinseyjarhryggjar (Knudsen o.fl., 2004). Í nágrenni við þá kjarna sem skoðaðir voru hér að ofan.

Eiríkson ofl.(2000, 2006, 2011) og Knudsen ofl. (2004) gerðu rannsóknir á götungasamsetningu í Eyjafjarðarál í kjarna MD99-2273 og kjarna MD99-2275 út af Skjálfanda. Út frá þeim rannsóknum komu fram miklar breytingar á hitastigi og seltu sjávar. Þessar breytingar eru annars vegar tengdar styrk hins tiltölulega hlýja Irmingerstraums og hins vegar Austur-Íslandsstraumsins sem kemur með kaldan pólsjó inn á landgrunnið (*sjá mynd 2.2*). Áhrif Austur-Íslandsstraumsins eru meiri á svæðinu á kuldatímabilum, þ.e.s. Pólarskilin færast suður en á hlýindatímabilum er styrkur Irmingerstraumsins meiri og Pólarskilin færast norður (Eiríkson o.fl., 2006). Áhrif frá hinum hlýja Atlantshafssjó hafa aukist á tímabilinu 800-1.300 e.Kr. og hafa götungar frá þessum kjörnum undirstrikað að hlýtt hafi verið á þeim tíma (Knudsen o.fl., 2009). Einnig hafa rannsóknir leitt í ljós að mikil frumframleiðni var í vötnum og lítil jöklun á þessum tíma. Jöklar hafa síðan gegnið fram þegar loftslag byrjaði að kólna fyrir um 6.000 árum og náði sú kólnun hámarki á Litlu Ísöld sem varði frá 1.300 -1.900 e.Kr (Geirsdóttir o.fl.,2009). Hugtakið Litla Ísöld er ekki eitt langvarandi kuldatímabil heldur skiptist hún í hlýskeið og kuldaskreið. Á þessum tíma voru miklir pólsjárstraumar, einnig sýna rannsóknir á kísilþörungum að lækking á hitastigi hafi átt sér stað í kringum 1.300 e.Kr (Knudsen o.fl., 2012). Fyrir um 1.000 árum náði Miðaldar Hlýskeið hámarki, en það tímabil nær frá 800 -1.300 e.Kr. (Knudsen o.fl., 2009) en þá einkenndist landgrunnið fyrir norðan af hlutfallslega miklum botnstraumi og hlýjum yfirborðssjó vegna áhrifa frá Irmingerstraumnum. Á Litlu Ísöldinni einkenndust aðstæður af auknum áhrifum Austur-Íslandsstraumsins, sem er kaldur og seltulágur (Knudsen o.fl., 2004). Í lok Litlu Ísaldar og fram á 20. öld verða áhrif Irmingerstraumsins meiri (Knudsen o.fl., 2012). Áhrif Pólsjár í Eyjafjarðarál á Miðaldar Hlýskeiði og Litlu Ísöld eru mikil, en minnka svo þegar líða tekur á 20. öldina (Knudsen o.fl., 2012). Rannsóknir á kísilþörungum hafa sýnt smávægilegar breytingar sem gefa til kynna aukin áhrif Pólsjár frá Austur-Grænlandsstraumnum og Austur-Íslandsstraumnum á eftirfarandi tímabilum, frá því fyrir um 8120-8000 árum, 6650-6100 árum, 4300-4100 árum, 3000-2700 árum, 1300-1100 árum og 600-200 árum síðan. Þessar upplýsingar benda til kólnunar á þessum tímabilum (Ran o.fl., 2008). Út frá þessu getum við séð að aukning á samlokum á svæðinu fylgir kólnandi veðurfari (*Sjá mynd 4.13*).

Stofnstærð sædýra er mjög breytileg. Fjöldi samloka ræðst t.d. af fæðuframboði, hita og seltu. Næringarefni á hafsbotni stjórnast af yfirborði sjávar vegna lóðréttrar blöndunar. Breytingar á yfirborðstraumum og frumframleiðni endurspeglar breytingar sem verða á samfélögum hafsbotnsins (Knudsen o.fl., 2012). Til þess að greina breytingar á umhverfi og fornloftslagi, má segja að rannsóknir á dýraleifum í seti sé vænlegur kostur.

Heimildir

Andrews, A.T., Harðardóttir, J., Helgadóttir, G., Jennings, A.E., Geirsdóttir, Á., Sveinbjörnsdóttir, Á.E., (2000). The N and W Iceland shelf: insight into Last Glacial Maximum ice extent and deglaciation based on acoustic stratigraphy and basal radiocarbon AMS dates. *Quaternary Science Review*, 19, 619-613.

Eiríksson, J., Bartels-Jónsdóttir, H.B., Cage, A.G., Guðmundsdóttir, E.R., Klitgaard Kristensen, D., Marret, F., Rodrigues, T., Abrantes, F., Austin, W.E.N., Jian, H., Knudsen, K.L. & Sejrup, H.P. (2006). Variability of the North Atlantic Current during the last 2000 years based on shelf bottom water along an open ocean/shallow marine transect in western Europe. *The Holocene*, 16(7), 1017-1029.

Eiríksson, J., Knudsen, K.L., Larsen, G., Olsen, J., Heinemeier, J., Bartels-Jónsdóttir, H.B., Jiang, H., Ran, L. & Símonarson, L.A. (2011). Coupling of palaeoceanographic shifts and changes in marine reservoir ages of North Iceland through the last millennium. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 302, 95-108.

Eiríksson, J., Knudsen, K.L., Hafliðason, H. & Henriksen, J. (2000). Late-glacial and Holocene palaeoceanography of the North Icelandic shelf. *Journal of Quaternary Science*, 15(1), 23 – 42.

Eiríksson, J., Larsen, G., Knudsen, K.L., Heinemeier, J. & Símonarson, L.A., (2004). Marine reservoir age variability and water mass distribution in the Iceland Sea. *Quaternary Science Reviews*, 23, 2247 – 2268.

Feyling – Hansen, R.W. (1955). Stratigraphy of the marine late-pleistocene of Billefjorden, Vestspitsbergen. *Norsk Polarinstitutts skrifter* 107, 1 – 186.

Funder, S., Demidov, I. & Yelovicheva, Y. (2002). Hydrography and mollusc faunas of the Baltic and the White Sea-North Sea seaway in the Eemian. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 184, 275 – 304.

Geirsdóttir, Á., Miller, G., Axford, Y. & Ólafsdóttir, S. (2009). Holocene and latest Pleistocene climate and glacier fluctuations in Iceland. *Quaternary Science Reviews*, 28, 1-12

Hreggviður Norðdahl, Ólafur Ingólfsson, Halldór G. Pétursson og Margrét Hallsdóttir. (2008). Late Weichselian and Holocene environmental history of Iceland. *Jökull*, 58, 343 – 362.

Ingimar Óskarsson, 1981. Samlokur í sjó. Skeldýrafána Íslands I. Bókaútgáfan Asor., Reykjavík, 7 – 121.

Knudsen, K.L., Jiang, H., Jansen, E., Eiríksson, J., Heinemeier, J., Seidenkrantz, M.-S. (2004). Environmental changes on North Iceland during the deglaciation and the Holocene: foraminifera, diatoms and stable isotopes. *Marine Micropaleontology*, 84-85, 54-73.

Knudsen, K.L., Eiríksson, J. Jansen, E., Jiang, H., Rytter, F. & Guðmundsdóttir, E.R. (2004). Palaeoceanographic changes off North Iceland through the last 1200 years: foraminifera, stable isotopes, diatoms and ice rafted debris. *Quaternary Science Reviews*, 23, 2231-2246.

Knudsen, K.L., Eiríksson, J. & Bartels-Jónsdóttir, H.B. (2012). Oceanographic changes through the last millennium off North Iceland: Temperature and salinity reconstructions based on foraminifera and stable isotopes. *Marine Micropaleontology*, 50, 273-305.

Knudsen, K.L., Eiríksson, J., Jiang, H. & Jónsdóttir, I. (2009). Palaeoceanography and climate changes off North Iceland during the last millennium: comparison of foraminifera, diatoms and ice-rafted debris with instrumental and documentary data. *Journal of Quaternary Science*, 24(5), 457-468

Knudsen, K.L. & Eiríksson, J., (2002). Application of tephrochronology to the timing and correlation of palaeoceanographic events recorded in Holocene and Late Glacial shelf sediments of North Iceland. *Marine Geology*, 191, 165 – 188.

Leifur A. Símonarson (2004). Rataskel og forn sjávarhiti. *Náttúrufræðingurinn* 72 (1-2), 29 – 34.

Leifur A. Símonarson 2008. Steingervingafræði. Fyrirlestrar í Jarðvísindaldeild Háskóla Íslands. Óbirt handrit, 1 – 204.

Ockelmann, W.K. (1958). The Zoology of East Greenland. Marine Lamellibranchiata. *Meddelelser om Grønland* 122 (4), 1-256.

Páll Einarsson (2008). Plate boundaries, rifts and transforms in Iceland. *Jökull*, 58, 35-58.

Ran, L., Jiang, H., Knudsen, K.L. & Eiríksson, J. (2008). A high-resolution Holocene diatom record on the North Icelandic shelf. *Boreas*, Vol. 37, pp. 399–413.

Símonarson, L.A., K.S. Petersen & S. Funder. (1998). Molluscan palaeontology of the Pliocene-Pleistocene Kap København Formation, North Greenland. *Meddelelser om Grønland, Geoscience* 36, 1-103.

Unnsteinn Stefánsson (1991). *Haffræði I*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.

Unnsteinn Stefánsson (1999). *Hafið*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.

Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://www.ni.is/dyralif/hryggleysingjarisjo/botndyr/>. Sótt 5. feb 2014

https://notendur.hi.is/jeir/alda_bakgrunnur.html. Sótt 10. mars 2014

