



Setlög og steingervingar í Hringvershvilt á Tjörnesi

Margrét Gísladóttir



**Jarðvísindadeild
Háskóli Íslands
2015**

Setlög og steingervingar í Hringvershvilft á Tjörnesi

Margrét Gísladóttir

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

Leiðbeinandi
Jón Eiríksson

Jarðvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Reykjavík, júní 2015

Setlög og steingervingar í Hringvershvilft á Tjörnesi.
Setlög og steingervingar í Hringvershvilft á Tjörnesi.
10 eininga ritgerð sem er hluti af *Baccalaureus Scientiarum* gráðu í jarðfræði

Höfundarréttur © 2015 Margrét Gísladóttir
Öll réttindi áskilin

Jarðvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Askja, Sturlugata 7
101 Reykjavík

Sími: 525 4000

Skráningarupplýsingar:
Margrét Gísladóttir, 2015, Setlög og steingervingar í Hringvershvilft á Tjörnesi, BS ritgerð,
Jarðvísindadeild, Háskóli Íslands, 46 bls.

Prentun: Háskólaprent
Reykjavík, júní 2015

Útdráttur

Þessi ritgerð fjallar um jarðlagaeiningar í Hringvershvilft á vestanverðu Tjörnesi. Þar er að finna mikið af vel varðveittum syrpum bæði sjávarsetlög sem og landrænt set sem innihalda mikið magn steingervinga. Þetta endurspeglast í breytileika á setásýnd og fínu, þar sem sjávar- og landrænt set er að finna í bland við hraunlög og jökulberg. Því er Norður Ísland eða Tjörnes mikilvægt svæði til að skilja loftslagsbreytingar á Norður Atlantshafssvæðinu á tíma plíósen og pleistósen. Notast var við rannsóknir á 6 mismunandi sniðum úr Hringvershvilftinni og voru rannsóknirnar á setlögum tengdar saman við steingervinga, setásýndir og form. Út frá þeim upplýsingum má lesa hvaða umhverfisbreytingar hafa átt sér stað á svæðinu. Steingervingategundir voru skráðar niður ásamt helstu upplýsingum um þá, með það að markmiði að endurskapa myndunarumhverfi með tilliti til lifnaðarháttanna. Setlögin í Hringvershvilftinni tilheyra tígulskeljalögum og benda sjávarsteingervingar til þess að flestar tegundirnar hafi lifað í mun hlýrri sjó en er nú hér við land. Í Hringvershvilftinni eru einnig greinileg ummerki um að afstætt sjávarborð hafi ekki verið stöðugt, því þar skiptast á lög mynduð vegna áflæðis og afflæðis. Einnig er þar að finna lög sem líklega hafa myndast í lóni við sjó, en það eru fín lög sem innihalda enga sjávarsteingervinga. Plöntuleifar hafa þá líklega fokið ofan í lónið og það smám saman fyllst. Setlögin verða grófari eftir því sem ofar dregur sem bendir til þess að lónið hafi verið að grynna og gróa upp.

Abstract

This paper focuses on sedimentary units in Hringvershvilft, in western Tjörnes. There is a long sequence of marine sediments and terrestrial sediments in the area, rich in fossils that records the climatic history of the North Atlantic during the Pliocene and Lower Pleistocene. This reflects in the variation of the sedimentary facies and fauna, as marine and terrestrial sediments are mixed with lava streams and volcanic rocks. Researches on six different sections in Hringvershvilft were used to connect together the fossils, sedimentary facies and structure of the sediment. Thus, it's possible to interpret environmental changes in the region. Types of fossils were recorded as well as their habits to recreate the depositional environment. The sediments in Hringvershvilft are a part of the *Maetra* Zone and the fossils indicate that most of the species found in the layers lived in much warmer sea. There are distinctive indications that the relative sea level was not constant in Hringvershvilft, where alternate layers formed due to transgression and regression. Finer layers that contain no marine fossils probably formed in a lagoon near the sea, plant remains were blown into the lagoon and it filled up. Sediments show inverse graded bedding, which indicates that the lagoon was getting shallower and filling up.

Yfirlýsing höfundar

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

Margrét Gísladóttir

Efnisyfirlit

Myndir.....	vi
Töflur.....	vii
Þakkir.....	viii
1 Inngangur.....	1
2 Jarðfræði svæðisins.....	1
2.1 Fyrri rannsóknir á svæðinu.....	3
3 Vinnuaðferðir.....	6
3.1 Svæðislýsing.....	6
3.2 Aðferðir í felti.....	6
3.3 Úrvinnsla gagna.....	7
4 Niðurstöður.....	8
4.1 Lýsingar á lögum.....	8
4.1.1 Snið 1.....	8
4.1.2 Snið 2.....	10
4.1.3 Snið 3.....	16
4.1.4 Snið 4.....	20
4.1.5 Snið 5.....	22
4.1.6 Snið 6.....	25
4.2 Tenging milli sniða.....	28
4.3 Steingervingar.....	30
5 Ályktanir.....	35
5.1 Snið 1.....	35
5.2 Snið 2.....	35
5.3 Snið 3.....	36
5.4 Snið 4.....	37
5.5 Snið 5.....	37
5.6 Snið 6.....	38
6 Heildarmynd/Umhverfistúlkun.....	39
7 Lokaorð.....	41
Heimildir.....	42
Viðauki A.....	45

Myndir

- Mynd 1: Yfirlitsmynd af Tjörnesi. Kortið sýnir staðsetningu Hringvershvilftar á Tjörnesi, þar sem rannsóknir fóru fram (Landmælingar Íslands). 1*
- Mynd 2: Bergjarðlagafraeðilegt snið úr Tjörneslögum. Hér sést hvernig Tjörneslögum er skipt niður í þrjú lífbelti eftir einkennistegund hvers lags; efst eru krókskeljalögin (Serripes), svo koma tígulskeljalögin (Mactra) og neðst eru gáruskeljalögin (Tapes). Skipting set- og skeljalaga er frá Guðmundi G. Bárðarsyni (1925). Fornvistfræðileg túlkun er frá Jóni Eiríkssyni og Leifi A. Símonarsyni (2008) (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008). 3*
- Mynd 3: Þversniðsmynd af Hringvershvilft. Myndin er tekin frá Strauch (1963) og sést hvernig hann skiptir lögnum niður í einingar. Staðsetning á sniðunum 6 hefur verið merkt inná myndina. 6*
- Mynd 4: Jarðlagasúla af sniði 1. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.1. 9*
- Mynd 5: Jarðlagasúla af sniði 2. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.2. 15*
- Mynd 6: Jarðlagasúla af sniði 3. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.3. 19*
- Mynd 7: Jarðlagasúla af sniði 4. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.4. 22*
- Mynd 8: Jarðlagasúla fyrir snið 5. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.5. .. 24*
- Mynd 9: Jarðlagasúla fyrir snið 6. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.6. .. 27*
- Mynd 10: Yfirlitsmynd af sniðunum 6. Á myndinni sést hvernig sniðin tengjast saman með punktalínum. Stuðst er við fyrri rannsóknir Strauch (1963) á skiptingu jarðlagaeininganna. Bókstafir standa fyrir landræn setlög en tölustafir fyrir sjávarsetlög (Strauch, F.,1963). 29*

Töflur

<i>Tafla 1: Steingervingatafla fyrir snið 1.....</i>	<i>56</i>
<i>Tafla 2: Steingervingatafla fyrir snið 2.....</i>	<i>56</i>
<i>Tafla 3: Steingervingatafla fyrir snið 3.....</i>	<i>57</i>

Þakkir

Sérstakar þakkir fær leiðbeinandi minn Jón Eiríksson fyrir góða leiðsögn og úrræðasemi við gerð þessa verkefnis.

Einnig vil ég þakka Leifi A. Símonarsyni fyrir aðstoð við steingervingagreiningar og einstaklega skemmtilegt spjall.

Að lokum vil ég þakka meðlimum liðsins Framrás fyrir umburðarlyndi og almennan stuðning við gerð þessa verkefnis.

1 Inngangur

Tjörnes er rishryggur á Norðaustanverðu Íslandi. Það hefur risið um allt að 500 m og liggur Tjörnes þverbrotabeltið yfir svæðið endilangt. Landslagið hefur mótast af margbrotinni sögu landsigs og landriss á tíma plíósen og pleistósen. Þar er að finna mikið af vel varðveittum syrþum, bæði sjávarsetlög og landrænt set sem innihalda mikið magn steingervinga. Þetta endurspeglast í breytileika á setásýndum og steingervingum þar sem sjávar- og landrænt set er í bland við hraunlög og jökulberg. Því er N - Ísland eða Tjörnes mikilvægt svæði til að skilja loftslagsbreytingar á N - Atlantshafssvæðinu (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008). Í þessu verkefni var notast við gögn úr fyrri rannsóknum á svæðinu sem unnin voru af nemendum Jarðvísindadeildar, ásamt rannsóknum Jóns Eiríkssonar. Notast verður við upplýsingar frá 6 mismunandi sniðum þar sem rannsóknirnar á setlögnum verða tengd saman við steingervinga, setásýndir og form. Út frá þeim upplýsingum má lesa hvaða umhverfisbreytingar hafa átt sér stað á svæðinu. Steingervingategundir voru skráðar niður, ásamt helstu upplýsingum um þá, til þess að hægt væri að endurskapa myndunarumhverfi með tilliti til lifnaðarháttá. Steingervingar, ásamt lífrænum leifum geta gefið mikilvægar upplýsingar um þær umhverfisaðstæður sem voru til staðar við myndun jarðlagsins, loftslagsaðstæður á myndunartíma, auk þess að gefa hugmynd um aldur setlaganna (Marshak, 2008). Í þessu verkefni verður fyrst og fremst reynt að endurskapa myndunarumhverfi út frá setgerð og steingervingum. Svæðið sem fjallað verður um er mikið sprungið og fjöldamörg misgengi sem liggja þar um.



Mynd 1: Yfirlitsmynd af Tjörnesi. Kortið sýnir staðsetningu Hringvershvilftar á Tjörnesi, þar sem rannsóknir fóru fram (Landmælingar Íslands, 2012).

2 Jarðfræði svæðisins

Tjörnes jarðlögnum hefur verið lýst sem einum merkustu jarðlögum Íslands. Á Tjörnesi finnast þykkar syrpur af míošen til pleistósen hraunlögum og þar skiptast einnig á umskiptamikil setlög landræns- og sjávarsets frá tímum plíósen og pleistósen (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008). Lögin hafa þá sérstöðu að spanna jarðsöguna síðustu 4-5 milljón árin, ásamt því að gefa upplýsingar um breytingar á dýralífi í sjó, gróðri á landi, sem og breytingar á sjávarhita og loftslagi. Í ljósi þess að lögin geyma mikilvægar upplýsingar er túlkun á þessari jarðmyndun gríðarlega mikilvæg. Þessum merku jarðlögum var skipt niður í fjóra meginhluta af Jóni Eiríkssyni (1981). Jarðlögin eru Köldukvíslarhraun, Tjörneslög, Höskuldsvíkurból og Breiðavíkurból (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008).

Yngstu hraunlögin í Köldukvíslarhraununum eru við Köldukvísl og hafa þau verið aldursgreind með kalíum-argon aðferð og er aldur þeirra u.þ.b. 8 milljón ára (Þorleifur Einarsson, 1991). Tjörneslögnum var skipt niður í þrjú lífbelti af Guðmundi G. Bárðarsyni (1925) en það eru gáruskeljalög (*The Tapes Zone*, elst), tígulskeljalög (*The Mactra Zone*) og krókskeljalög (*Serripes Zone*, yngst). Þau eru nefnd í höfuðið á einkennistegund hvers lags og er talið að öll lífbeltin hafi myndast á plíósentíma. Þetta eru aðallega sjávarset, silt- og sandsteins lög. Í neðri hluta þeirra er að finna landrænt set líkt og brúnkolalög og hefur sá hluti laganna því ýmist myndast á grunnsævi eða ofan við sjávarmál (Guðmundur G. Bárðarson, 1925).

Gáruskeljalögin eru neðsti og elsti hluti Tjörneslaganna. Þessi lög er að finna milli Köldukvíslar og Rekár og eru kennd við gáruskeljategundir, *Venerupis (Tapes)*. Lögin mynduðust ýmist á grunnsævi eða rétt ofan við sjávarmál og skiptast á skeljalög og surtarbrandslög (Guðmundur G. Bárðarson, 1925).

Ofan á gáruskeljalögin koma tígulskeljalögin sem liggja milli Rekár og Hallbjarnastaðaár og eru kennd við tígulskeljategundir, *Spisula (Mactra)*. Líkt og í gáruskeljalögnum skiptast á skeljalög og surtarbrandslög í neðri hluta laganna. Efri hluti gáruskeljalaganna og neðri hluti tígulskeljalaganna mynduðust því til skiptis við áflæði og afflæði. Þar sem surtarbrandslögin mynduðust vegna afflæðis og skeljalögin vegna áflæðis. Rannsóknir á fínu og flóru gáru- og tígulskeljalaganna benda til þess að sjávarhiti hafi verið um 5°C hærri þegar lögin voru að hlaðast upp miðað við sjávarhita í dag. Miðhluti tígulskeljalaganna er aftur á móti gerður úr lárétt lagskiptum sandsteini sem inniheldur nánast enga steingervinga (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008).

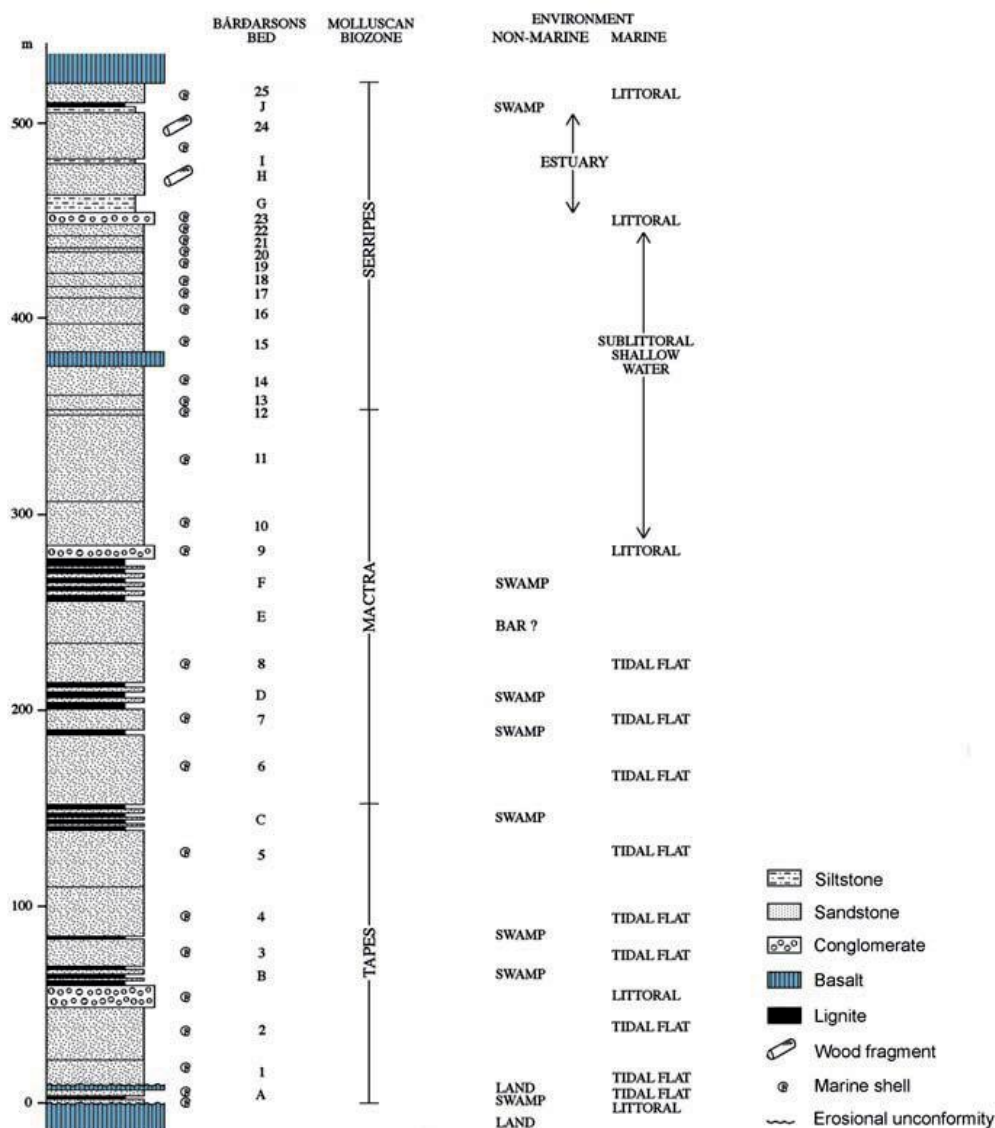
Yngstu lögin, krókskeljalögin, eru norðan Hallbjarnastaðaár og eru kennd við krókskeljategundir, *Cardium (Serripes)*. Lögin eru að mestu leyti úr sjávarseti og er neðsti hluti laganna, sem er um 3,6 milljón ára, einstaklega eftirtektarverður. Þar koma fram tegundir skeldýra sem ættaðar eru úr Kyrrahafinu. Þegar Panamasundið sem liggur um Mið-Ameríku lokaðist breyttist straumakerfi hafanna verulega og skeldýrategundirnar fluttu sig til Atlantshafsins. Efst í krókskeljalögnum eru þunn brúnkolalög sem bendir til þess að þau hafi myndast á grunnsævi (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008).

Aldursgreiningar á hraunlögum á svæðinu benda til þess að Tjörneslögin hafi byrjað að hlaðast upp fyrir um 4 milljónum ára og að upphleðslu hafi lokið fyrir um 2,5 milljónum ára (Buchardt og Leifur A. Símonarsson, 2003). Tjörneslögin sjást í árgljúfrum og í um 6 km langri opnu í sjávarbökkum á vestanverðu Tjörnesi (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008). Dökkbrúnn sandsteinn sem inniheldur enga steingervinga markar efsta hluta Tjörneslaganna. Sem bendir til þess að við myndun Tjörneslaganna hafi umhverfið líklega verið umskiptamikið.

Þriðji hluti jarðlagasyrpnar eru Höskuldsvíkurhraunin og finnast þau á milli Tjörneslaganna og Breiðavíkurhóps á nesinu vestanverðu. Hraunlögnum hallar í um 10° vestur og hafa tvö lög verið aldursgreind u.þ.b. 2,3-2,5 milljón ára. Í efri hlutanum eru fínkornótt rauð setlög, sem liggja á milli hraunlaganna, en engar skeljar er að finna í þeim (Jón Eiríksson, 1981).

Breiðuvíkurhópurinn er yngsti hluti jarðlaganna á Tjörnesi. Þar skiptast á hraunlög, landrænt set, sjávarset með steingervingum og jökulberg. Fjórtán jarðlagasyrpur hafa verið greindar í Breiðuvíkurhópnum og hefst hver syrpa á jökulbergslagi og svo taka við setlög og hraunlög sem ýmist hafa sest til á landi eða í sjó. Í Breiðuvík má rekja umhverfisbreytingar frá jökulskeiðum yfir til hlýskeiða á ísöld, útfrá ásýnd setlaga og steingervinga (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008).

Tjörnes er staðsett nálægt mótum gliðunar eldvirka svæðisins og Tjörness þverbrotabeltisins. Jarðskorpuhreyfingar hafa verið miklar á Tjörnesi yfir Plíósen og Pleistósen tíma og var svæðinu lýst sem rishrygg af Thoroddsen árið 1902. Hryggurinn hefur risið allt að 500-600 m á suðausturhluta Tjörness samkvæmt rannsóknum Þorvalds Einarssonar o.fl. (1967). Hreyfingar á Tjörnes þverbrotabeltinu hafa haft mikil áhrif á jarðlagastaflann og er mikið af misgengjum að finna á Tjörnesi (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008).



Mynd 2: Bergjarðlagafraðilegt snið úr Tjörneslögum. Hér sést hvernig Tjörneslögum er skipt niður í þrjú lífbelti eftir einkennistegund hvers lags; efst eru krókskeljalögin (Serripes), svo koma tígulskeljalögin (Mactra) og neðst eru gáruskeljalögin (Tapes). Skipting set- og skeljalaga er frá Guðmundi G. Bárðarsyni (1925). Fornvistfræðileg túlkun er frá Jóni Eiríkssyni og Leifi A. Símonarsyni (2008) (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 2008).

2.1 Fyrri rannsóknir á svæðinu

Jarðlögin á Tjörnesi eru sérstök að mörgu leyti, en þó sérstaklega vegna þykktar setlaganna og hins mikla fjölda steingervinga sem er að finna í lögunum. Lögin eru einstæð við Norður Atlantshaf og hafa að geyma miklar upplýsingar, þá einkum hvað varðar fornloftslag og sjávarhitastig. Þessi lög hafa dregið til sín marga jarðfræðinga og náttúruvunnendur og eru þeir ófáir jarðfræðingarnir, bæði innlendir og erlendir, sem hafa stundað rannsóknir á Tjörnesi. Fjölmargir jarðfræðingar hafa birt niðurstöður rannsókna sinna en niðurstöður og hugmyndir þeirra eru oft mjög ólíkar.

Fyrstir til að fjalla um jarðfræði Tjörneslaganna voru þeir Eggert Ólafsson og Bjarni Pálsson í *Ferðabók sinni*. Frumútgáfa af *Ferðabókinni* kom út á dönsku árið 1772. Það var ekki fyrr en árið 1943 sem bókin kom út í íslenskri þýðingu. Þeir Eggert og Bjarni voru fengnir til að gera

allsherjar land- og þjóðlýsingu. Vísindafélagið í Danmörku lagði til ýmis mælitæki og stóð leiðangur þeirra félaga yfir í sex sumur, 1752-1757. *Ferðabók* Eggerts og Bjarna var eitt merkasta rit sem kom út um Ísland, náttúru þess og þjóð, þar til Þorvaldur Thoroddsen birti niðurstöður á sínum rannsóknum (Sigurður Steinþórsson, 2006).

Tæp öld leið þar til rannsóknir á Tjörnesi hófust á ný. Til loka 19. aldar voru það einna helst erlendir fræðimenn sem rannsökuðu Tjörnes. Þeir skoðuðu einkum surtarbrandslög og steingervinga og báru fínu Tjörness saman við aðrar þekktar fánur. Meðal fræðimanna var Winkler (1863), en hann bar sjávarsetlögina saman við hina svokölluðu Red Crag myndun í Englandi og dró þá ályktun að lögin væru frá plíósen. Þorvaldur Thoroddsen (1902) var fyrstur til að birta heildaryfirlit yfir jarðfræði Tjörness og skipti jarðlögunum í nokkrar einingar eða myndanir (Denk, T., o.fl., 2011). Næstur til að fjalla um Tjörneslögin var Helgi Pjeturss árið 1905. Í fyrstu taldi hann að Köldukvíslarbasaltið væri frá tíma eósen-míósen og að hann hefði fundið ummerki um míósen ísöld en féll seinna frá þeim hugmyndum. Þá taldi hann Tjörneslögin mynduð vegna landsigs sem varð í kjölfar upphleðslu basaltstaflans við Köldukvísl. Helgi Pjeturss var ekki sammála skiptingu Þorvaldar því hann taldi sig hafa fundið harðnaðar jökulurðir í Breiðuvík. Því áleit hann Breiðuvíkulögin af pleistósen aldri og fann þar ummerki um a.m.k. fjögur jökulskeið. Allt frá því að Helgi fann jökulurðirnar í Breiðuvík hafa Tjörneslögin spilað stórt hlutverk í umræðunni um mörk plíósen og pleistósen á Íslandi (Helgi Pjeturss, 1905).

Árið 1925 varð nokkurs konar vendipunktur í rannsóknum á Tjörnesi þegar Guðmundur Bárðarson gaf út rit með rannsóknum sínum. Í því riti var nákvæm kortlagning ásamt greiningu á steingervingum í lögunum á Tjörnesi. Guðmundur gerði það sama og Þorvaldur og Helgi og skipti setlögnum í einingar eða myndanir og notaði steingervinga við skiptingu þeirra. Þannig skipti hann setlögnum í þrjú lífbelti og flokkaði sjávarset og landrænt set, þar sem sjávarsetlög fengu tölustaf (1-25) og landræna setið bókstaf (a-j). Neðst voru gáruskeljalögin en við myndun þeirra taldi Guðmundur að sjávarhiti hefði verið svipaður og hann er við vestur- og suðurströnd Noregs í dag. Næst komu tígulskeljalögin en þá taldi hann sjávarhita hafa verið enn hærri. Yngstu lögin voru svo krókskeljalögin. Þar ofan á komu Höskuldsvíkurhraunin og svo efst Breiðuvíkulögin Guðmundur var ekki sammála rannsóknum Helga Pjeturss um jökulrænan uppruna setlaganna í Breiðuvík. Hann taldi að bæði Tjörneslögin og Breiðavíkulögin væru af plíósen aldri. Samkvæmt rannsóknum myndaðist neðri hluti Tjörneslaganna, gáruskelja og tígulskeljalögin, að mestu við opna strönd þar sem sjávarfalla gætti. Við upphleðslu krókskeljalaganna hafði sjórinn dýpkað (Guðmundur G. Bárðarson, 1925).

Jóhannes Áskelsson (1935) rannsakaði hin steingervingaríku Tjörneslög þó nokkuð. Árið 1960 bar hann saman fínu Tjörneslaganna við fánuna í Skammadal á Suður Íslandi og stakk uppá að krókskeljalögin væru af pleistósen aldri (Denk, T., o.fl., 2011).

Árið 1960 var Þjóðverjinn Friedrich Strauch á ferð. Hann fetaði í fótspor Guðmundar og kortlagði lögin ásamt því að greina steingervinga. Strauch (1963) taldi að Tjörneslögin hefðu hlaðist upp í lægð og að setupphleðsla hefði átt sér stað í grunnnum firði sem var opin til norðurs en setframboð hafi komið frá suðri. Fjörðurinn fylltist hratt þegar hraði upphleðslu var meiri en hraði landsigs og þá settust til sjávarfallasetlög, surtarbrandur og stöðuvatnasetlög.

Þau hlóðust upp og mynduðu gáruskeljalögin og neðri hluta tígulskeljalaganna. Á tímum aukins landsigs dýpkaði fjörðurinn og grunnsævisset hlóðst upp í efri hluta tígulskeljalaganna og neðri hluta krókskeljalaganna. Með auknum hraða landsigs í efri hluta krókskeljalaganna

hlóðst upp fjöruset. Hraunlögin í Höskuldsvíkurbópi marka enda setupphleðslu í plíósen Tjörnes dældinni. Endurteknar jöklanir mynduðu svo firði og dali á Tjörnes svæðinu (Strauch, 1963).

Þorleifur Einarsson hefur komið mikið við sögu í rannsóknum á Tjörnesi. Árið 1967 birti hann ásamt Hopkins og Doell grein um Tjörnes þar sem sýnt var fram á ummerki eftir tíu jökulskeið í Breiðuvíkurlögunum. Þeir reyndu að tengja jarðlagastaflann við segultímaskala og álitu að mörkin milli tígul- og krókskeljalaganna væru af svipuðum aldri og mörkin milli Gilbert og Gauss segulskeiðanna. Einnig töldu þeir Breiðuvíkurlögin vera mynduð á Matuyama segulskeiðinu. Þorleifur setti mörkin milli plíósen og pleistósen á segulskiptin milli Gilbert og Gauss. Þannig tímasetti hann upphaf ísaldar við rúmar 3 milljónir ára (Þorleifur Einarsson, o.fl. , 1967).

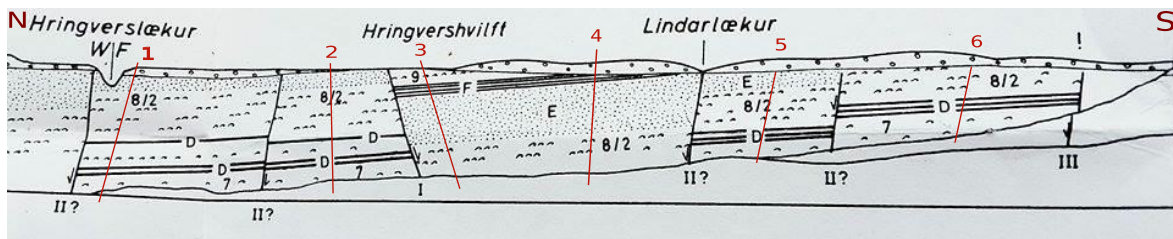
Kristinn J. Albertsson (1978) var fyrstur manna til að gera aldursgreiningar á hraunlögum innan jarðlagastaflans á Tjörnesi. Hann framkvæmdi K-Ar aldursgreiningar og fékk það út að aldurinn á skiptum tígul- og krókskeljalaganna væri um 3 milljón ára (Kristinn J. Albertsson, 1978).

Þeir félagar, Jón Eiríksson og Leifur A. Símonarson, hafa unnið margar merkar rannsóknir á jarðlögum Tjörness í samstarfi við bæði innlenda og erlenda fræðimenn. Þeir eru sammála kenningu Guðmundar G. Bárðarsonar um að neðri hluti Tjörneslaganna, gáruskelja og tígulskeljalögin, hafi að mestu myndast við opna strönd þar sem sjávarfalla gætti. Við upphleðslu krókskeljalaganna hafi sjórinn svo dýpkað (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson 2008).

3 Vinnuaðferðir

3.1 Svæðislýsing

Svæðið sem fjallað er um liggur sunnan megin við Lindarlæk og inn í Hringvershvilftina líkt og sjá má á mynd 3. Neðri partur Hringvershvilftarinnar er grasi gróinn og liggur undirlendi hennar í nokkurra metra hæð yfir sjávarmáli. Um þetta svæði liggur mikið af misgengjum og hefur stærðarinnar spilda fallið niður í hvilftina. Hlíðarnar í hvilftinni eru nokkuð brattar svo lítið er af gróðri í hlíðunum sjálfum (Guðmundur G. Bárðarson, 1925). Við gerð þessarar ritgerðar fengust gögn úr 5 mismunandi skýrslum sem unnin voru af nemendum Háskóla Íslands í áfanganum Jarðfræðikortagerð undir handleiðslu Jóns Eiríkssonar og Leifs A. Símonarsonar. Einnig fengust gögn frá rannsóknum Jóns Eiríkssonar sem hann vann á svæðinu árið 1975. Undirrituð tók áfangann Jarðfræðikortagerð haustið 2014 og var líka notast við upplýsingar frá hennar hópi. Tæki og aðferðir sem lýst er hér að neðan á því við þær aðferðir sem notast var við rannsóknir sem undirrituð gerði á svæðinu. Líkar aðferðir voru framkvæmdar af öðrum hópum. Sniðin 6 sem verður lýst nánar hafa verið merkt inná mynd 3 svo hægt sé að sjá hvaða einingar tilheyra hverju sniði fyrir sig. Yngstu setlögín eru sunnar en eldast svo eftir því sem norðar dregur.



Mynd 3: Þversniðsmynd af Hringvershvilft. Myndin er tekin frá Strauch (1963) og sést hvernig hann skiptir lögumum niður í einingar. Staðsetning á sniðunum 6 hefur verið merkt inná myndina.

3.2 Aðferðir í felti

Byrjað var á því að horfa á sniðið úr fjarlægð til þess að átta sig betur á aðstæðum. Því næst var hafist handa við að lýsa hverju lagi nánar með því að greina kornastærð með aðstoð greiningarlykils, ásýnd setlaganna skoðuð og litast um eftir steingervingum. Að lokum var þykkt laganna mæld en til þess þarf fyrst að finna bandlengd, -stefnu og -halla. Bandlengd laga var mæld þar sem mælingamenn stóðu á lagmótum, neðan og ofan lags. Málband var strengt á milli mælingamanna og því haldið strekktu við mjöðm og lesið af. Við mælingar á bandstefnu og -halla var staðið á sama stað og áttaviti með hallamæli notaður til að ákvarða stefnu og halla á milli mælingamanna. Ekki var hægt að mæla sýndarhalla fyrir horn á tveimur stöðum til að finna raunverulegan halla jarðlaga. Því var fundinn sléttur flötur í sniðinu, feltbók lögð ofan á hann og áttaviti með hallamæli lagður ofan á bókina. Þetta var gert til að finna stefnu línu eftir yfirborði lags sem hallar ekki.

Næst var lína teiknuð til að sýna strikstefnu, áttavitanum haldið samsíða strikstefnunni og stefna striksins lesin af áttavitanum. Hallastefna var fundin með því að draga 90° frá strikstefnunni. Hallinn var síðan mældur með því að stilla áttavitann á V-A, leggja hann samsíða hallastefnunni og lesa af hallamælinum. Einkennandi sýni voru tekin fyrir hvert lag, ásamt sýnum af steingervingum, til þess að hægt væri að greina þá í tegundir.

3.3 Úrvinnsla gagna

Til að ákvarða þykkt hallandi jarðlaga er notast við svokallaða Mertie aðferð. Fjórar mismundandi jöfnur tilheyra Mertie aðferðinni og fer það eftir halla jarðlaga og landslags hvaða tilvik er notað. Þegar notast á við Mertie aðferðina þarf fyrst að finna strikstefnu og hallastefnu. Þekkja þarf strik en það er skurðlína lagmótaflatar við láréttan flöt og strikstefna er svo mæld í gráðum frá landfræðilegu norðri. Jarðlagahalli er mesti halli lagmóta en hallastefnan er hornrétt á strikstefnuna. Notast var við tilvik 2 við útreikningana þar sem landslagi og jarðlögum hallar nokkurn veginn í sömu átt (Mertie, 1922).

Bandmælingar ásamt halla og hallastefnu voru svo færðar yfir í PILA forrit sem reiknar út nákvæma þykkt jarðlaganna og setur þau upp í jarðlagasúlu. Viðeigandi steingervingatákni var svo bætt inni í jarðlagasúlurnar og þær lagfærðar í teikniforritinu inkscape.

4 Niðurstöður

4.1 Lýsingar á lögum

4.1.1 Snið 1

Staðsetning við botn sniðs: 66°12'01.8N 17°25'58.2V

Halli og hallastefna: 10°/ 320°

Upplýsingar um snið 1 fengust úr skýrslunni Tjörneslögin, jarðfræðikortagerð (2014) eftir Margréti Gísladóttur, Nínu Aradóttur, Raket Rún Karlsdóttur, Regínu Ósk Einarsdóttur og Vigdísi Bjarnadóttur.

Mynd 3 sýnir lögin fyrir snið 1 teiknuð upp í jarðlagasúlu.

Lag 1 (0,7 m)

Lagið er einsleitur siltsteinn. Í laginu finnast engir steingervingar en setið er dökkgrátt á lit.

Lag 2 (6,7 m)

Setið er fínsandsteinn. Í laginu fannst samlokan *Spisula arcuata* í lífstöðu inni í setbollu. Mikið um litlar setbollur hér og þar. Stuðlasprunga í 5,4 m.

Lag 3 (1,4 m)

Mjög mikið af skeljum í fínsandsteini. Mikið af skeljabrotum sem reyndist erfitt að greina. Þetta var nokkurs konar skeljalag. Samlokan *Arctica islandica* fannst í laginu ásamt sniglinum *Polinices catenoids*.

Lag 4 (1,7 m)

Hér er setið orðið brúnna á litinn. Fínsandsteinn með litlum setbollum hér og þar. Engir steingervingar fundust í laginu.

Lag 5 (0,7 m)

Setið er áfram brúnleitt að sjá. Þetta er fínsandsteinn með stórum setbollum, litlum skeljum og skeljabrotum. Erfitt reyndist að greina skeljarnar.

Lag 6 (u.þ.b. 2,6 m)

Brúnleitur fínsandsteinn. Margar flangar setbollur. Engir steingervingar fundust í laginu.

Lag 7 (u.þ.b. 1 m)

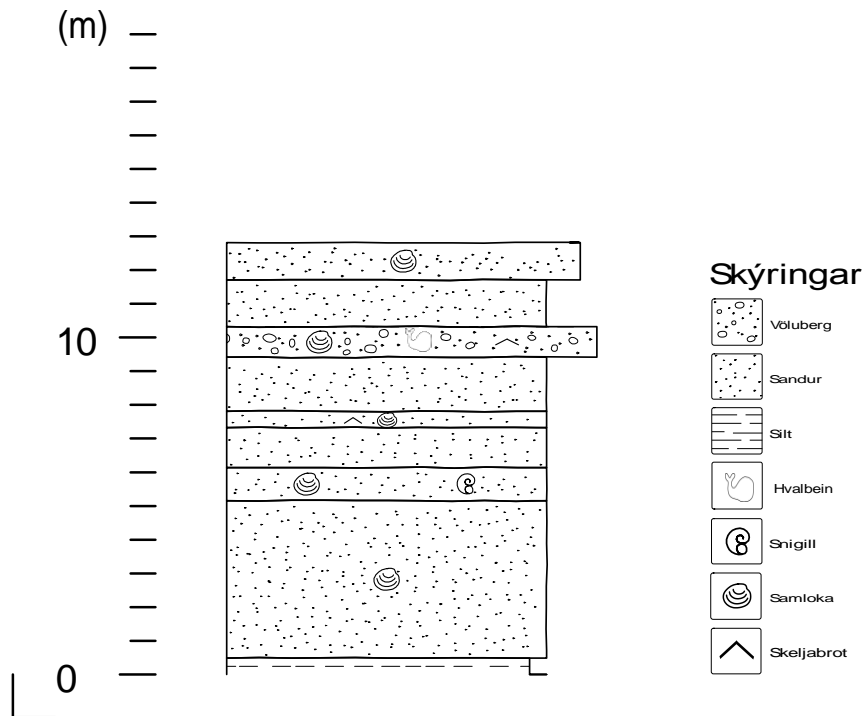
Setið er allt öðruvísi ásýndar en lögin fyrir neðan. Krökt af skeljabrotum í blandi við stærri ávöl korn í brúnleitum grunnmassa. Nokkrar heilli skeljar fundust á milli skeljabrotanna en erfitt reyndist að greina þær vegna stærðar og lélegrar varðveislu. Talið er þó að flestar þeirra séu af tegundinni *Cyrtodaria angusta*. Í laginu fundust einnig um 20 brot af rifbeini úr hval. Ekkert af brotunum fannst inni í setinu sjálfu heldur lágu þau ofan á því. Þau eru frá 2,1 - 10,2 cm stór og voru þau tengd saman eftir bestu getu svo hægt væri að mynda sem lengst rifbein.

Lag 8 (u.þ.b. 3 m)

Dökkleitur, fínsandsteinn. Mjög massíft set og enga steingervinga að finna.

Lag 9 (u.þ.b. 4 m)

Brúnleitur grófsandsteinn upp í perlumöl með ávölum kornum. Ofarlega í laginu eru linsur af dökkum sandi sem eru mun massífari en setið í kring. Tveir gangar fundust í laginu, lóðréttur og láréttur. Þeir voru báðir úr dökkleitu grófkorna sandi. Fáar skeljar fundust í laginu og ekki var hægt að greina neinar tegundir út frá brotunum sem fundust.



Mynd 4: Jarðlagasúla af sniði 1. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.1.

4.1.2 Snið 2

Staðsetning við botn sniðs: 62°58'58.61N 57°87'78.79V

Strik og hallastefna: 42°/ 312°

Upplýsingar um snið 2 fengust úr skýrslunni Tjörnesferð, 1980 eftir Eddu Lilju Sveinsdóttur, Gísla Gíslason og Óskar B. Sigurðsson.

Mynd 4 sýnir öll lögin í sniði 2 teiknuð upp í jarðlagasúlu.

Þetta snið nær frá u.þ.b. 28 m.y.s. upp í u.þ.b. 81 m.y.s.

Lag 1 (0,7 m)

Rauðbrúnn, leirkenndur siltsteinn sem er mjög sprunginn. Mikið er af steingervingum í laginu og þá mest neðst í laginu. Þeir koma fyrir í hópum en eru fáir þar á milli. Erfitt reyndist að ná heillegum steingervingum úr setinu þar sem það molnaði mjög auðveldlega. Mest fannst af *Balanus hopkinsi*.

Lag 2 (0,3 m)

Silt-sandsteinn. Mjög fínn sandsteinn. Setið er dekkra og grófari en lag 1. Þetta lag er einnig mjög sprungið og því erfitt að ná úr því heillegum steingervingum. Mest fannst af *Balanus hopkinsi* neðst í laginu en innan um hann fundust skeljar af *Spisula arcuata*.

Lag 3 (0,9 m)

Sama setgerð og í lagi 2. Hróðukallinn *Balanus hopkinsi* verður minna áberandi en meira af skeljum finnast í laginu. *Spisula arcuata* verður áberandi. Svo kemur skeljalag sem inniheldur allskonar skeljar. Efst í laginu kemur *Mytilus cf. edulis* fyrst fram.

Lag 4 (0,2 m)

Setið líkist setinu í lagi 1, rauðbrúnn, leirkenndur siltsteinn sem er mjög sprungið. Það er ljósara á lit en lögin fyrir neðan og fínkornóttara. Neðst í laginu var *Mytilus cf. edulis* áberandi en svo tók skeljaleifum að fækka. Einnig fannst *Spisula arcuata* í laginu.

Lag 5 (0,3 m)

Sama setgerð og í laginu fyrir neðan. Leirkenndur siltsteinn. Neðst í laginu fannst mikið af *Balanus hopkinsi* ásamt öðrum skeljaleifum sem voru illa farin. Einnig fannst skelin *Lentidium complanatum* í laginu.

Lag 6 (0,4 m)

Áfram er sama setgerð. Neðst er lítið um skeljaleifar en þær fara að verða meira áberandi ofar í laginu. Mest er af *Balanus hopkinsi* en einnig fundust skeljarnar *Lentidium complanatum*, *Serlesia costifera*, *Mytilus edulis* og brot af skelinni *Spisula arcuata*.

Lag 7 (0,8 m)

Hefur áfram svipað útlit og neðri lögina en fer þó að smáharðna er ofar dregur. Neðst í laginu er lítið um skeljaleifar og þá aðallega illa varðveittar skeljar. Þó fannst *Nucula nucleus*, *Abra alba*, *Spisula arcuata* og eitthvað af *Balanus hopkinsi*. Í efstu 0,4 m er mun minna af skeljum og brotsárið verður dekkra á setinu, ásamt því að halda áfram að harðna.

Lag 8 (0,7 m)

Í neðstu 0,3 m er setið gulbrúnt á lit en dökknar svo aftur fyrir ofan. Engar skeljar fundust í þessu lagi.

Lag 9 (0,4 m)

Setið er harður siltsteinn með plöntuleifum. Þetta eru mest rótar- og stöngulleifar. Einnig fannst *Balanus hopkinsi*.

Lag 10 (0,2 m)

Setið líkist setinu í laginu fyrir neðan en er þó mun harðara og jafnvel öskuborið. Engar plöntuleifar og engir steingervingar fundust í laginu.

Lag 11 (0,05 m)

Mjög þunnt lag af siltsteini. Setið líkist mjög setinu í lagi 9. Harður siltsteinn með mikið af plöntuleifum, þá aðallega rótar- og stöngulleifum.

Lag 12 (0,1 m)

Setið í laginu líkist því sem sjá má í lagi 10. Mjög hart, jafnvel öskuborið og engar plöntuleifar.

Lag 13 (0,3 m)

Setið líkist setinu í lögum 9 og 11. Harður siltsteinn með plöntuleifum.

Lag 14 (0,2 m)

Þetta lag er líkt setinu í lögum 10 og 12. Mjög harður siltsteinn sem inniheldur engar plöntuleifar.

Lag 15 (0,5 m)

Setið er rauð-gulbrúnn fínn sandur með svörtum sprungulit. Neðstu 0,3 m innihalda lítið af plöntuleifum en þær aukast þegar ofar dregur í laginu. Þetta eru plöntuleifar og þá aðallega rótar- og stöngulleifar.

Lag 16 (0,15m)

Þetta er kolalag. Undir því eru litlar völubergslinsur og viðardrumbar.

Lag 17 (0,1 m)

Leirkenndur siltsteinn, gulleitur og linur í sér. Mikið er af plöntuleifum. Þetta eru leifar af stönglum, rötum og barnálum.

Lag 18 (0,9 m)

Þetta er þykkt kolalag. Það er mest kolað í miðjunni og verður minna kolað eftir því sem ofar dregur. Um 0,5 m frá toppi lagsins eru leirútfellingar.

Lag 19 (0,1 m)

Þetta er leirkenndur, gulleitur siltsteinn með mikið af plöntuleifum. Líkist mjög setinu í lagi 17.

Lag 20 (0,2 m)

Kolalag með leirútfellingum efst.

Lag 21 (0,2 m)

Setið er orðið að gulum mjög fínum sandsteini með mikið af plöntuleifum.

Lag 22 (0,2 m)

Þetta er kolalag.

Lag 23 (0,3 m)

Sami gulleiti fíni sandsteinninn og í lagi 21 með mikið af plöntuleifum.

Lag 24 (0,2 m)

Kolalag með leirútfellingum um 0,05 m frá toppi lagsins. Verður svo meira kolað upp að toppi lagsins.

Lag 25 (0,1 m)

Sami gulleiti fíni sandsteinninn og í lögum 21 og 23. Hann er mjög ríkur af plöntuleifum.

Lag 26 (0,4 m)

Setið er orðið rauðbrúnt á litinn. Þetta er fínn sandsteinn sem er hálfkolaður neðst og inniheldur talsvert af skeljaförum þar fyrir ofan. Það fundust skeljaför eftir *Spisula arcuata*, *Lentidium complanatum*, *Onoba semicostata* og *Nucula nucleus*.

Lag 27 (1,0 m)

Sama set og í lagi 26 en meira um skeljaför. Skeljarnar snúa allavega og engin röðun er sjáanleg. Skeljaför eftir *Spisula arcuata*, *Lentidium complanatum* og *Abra alba* fundust.

Lag 28 (1,1 m)

Í neðstu 0,5 m er sama setgerð og í lögum 26 og 27 en þetta lag inniheldur ekki bara skeljaför heldur líka skeljabrot sem lög 26 og 27 gerðu ekki. Næstu 0,2 m verður setið grátt á lit, harðara í sér og meira af skeljabrotum finnast í setinu. Skeljabrotin virðast varðveitast betur í þessum harða sandsteini. Þetta eru aðallega skeljabrot af *Lentidium complanatum*. Efstu 0,4 m verður sandsteinninn linari aftur, fær á sig rauðbrúnan lit og minna finnst af skeljum.

Lag 29 (5,0 m)

Í neðstu 0,4 m er sandsteinninn dökkur á litinn. Hann verður svo lausari í sér næstu 0,3 m, mjög sprunginn og í sumum sprungunum finnst leir. Næstu 0,4 m verður sandsteinninn síðan gulbrúnn á lit og brotnar gjarnan í linsulaga flögur. Næstu 0,3 m verður sandsteinninn svo aftur dekkri á litinn. Þá næst kemur u.þ.b. 0,2 m þykkt lag af skeljum og þar eru bæði för og skeljaleifar. Sumar af skeljunum virtust vera í lífstöðu. Næstu 0,4 m varð sandsteinninn rauðbrúnni á litinn. Svo kom aftur u.þ.b. 0,3 m skeljalag. Næstu 0,4 m minnkar magn skelja og skeljafara. Síðan kemur 1,1 m lag þar sem sandsteinninn er mun grófari, dekkri og ekki eins brotinn, þar var lítið um skeljar. Í efstu u.þ.b. 1,3 m var gulleitur sandsteinn með meira af silti og leir í sprungunum en áður og lítið um skeljar. Skeljarnar sem fundust í laginu voru *Spisula arcuata*, *Lentidium complanatum*, *Nucula nucleus*, *Cardium cf.* og *Acanthocardia echinata*.

Lag 30 (0,2 m)

Þetta er völubergslag. Setið hefur gulgrátt brotsár. Stærstu völnar eru um 0,5 cm í þvermál. Í laginu fundust plöntuleifar. Ofar varð völubergið fingerðara og sandkenndara. Þar inná milli kom þunn og gróf völubergslinsa sem var u.þ.b. 0,1 m.

Lag 31 (0,5 m)

Gulgrár sandsteinn sem er mjög flögukenndur og molnar auðveldlega.

Lag 32 (0,4 m)

Þetta er kotalag með brennisteinsútfellingum neðst og vel kolað í miðjunni.

Lag 33 (0,9 m)

Þetta er mjög leirkenndur siltsteinn sem er gul-brúnleitur á litinn. Hann er mjög sprunginn og brotnar upp í ávalar flögur. Það fundust bæði skeljabrot og för af *Spisula arcuata* og *Lentidium complanatum*. Efst í laginu er skeljalag sem inniheldur aðallega fyrrnefndar skeljar. Sumar skeljanna voru líklegast í lífstöðu.

Lag 34 (0,1 m)

Grár, leirkenndur siltsteinn sem er harður í sér og brotnar gjarnan upp í flögur. Það fundust skeljaför í laginu.

Lag 35 (2,8 m)

Gulgrár sandsteinn. Í efstu 1,6 m voru tvö skeljalög með ágætlega varðveittum skeljabrotum og förum. Það virtist vera mest af *Spisula arcuata* og *Lentidium complanatum*. Harðar setbollur fundust í laginu og voru þær oft með kjarna úr skeljabroti. Lítið um skeljaleifar efst í laginu. Sumsstaðar í laginu fundust örþunn kotalög en þau voru þó aldrei þykkari en 0,1m.

Lag 36 (2,6 m)

Grófur og dökkur sandsteinn með mikið af skeljabrotum sem eru vel varðveitt. Þar fundust m.a. *Spisula arcuata* og í um 0,5-1,5 m voru eintök af *Arctica islandica* mjög áberandi.

Lag 37

Meðalsandsteinn. Vantar lýsingar um þetta lag.

Lag 38

Meðalsandsteinn. Vantar lýsingar um þetta lag.

Lag 39

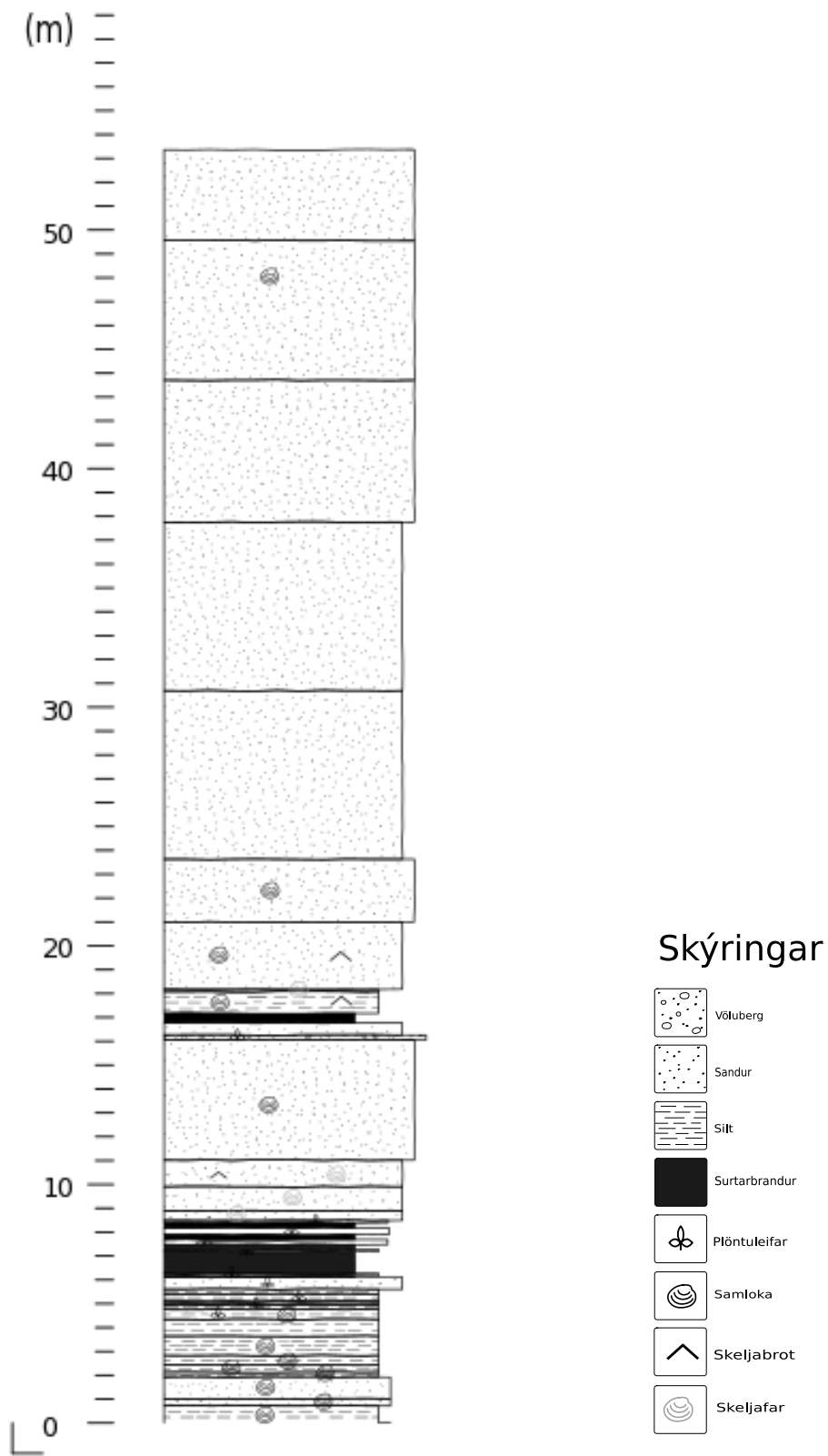
Grófsandsteinn. Vantar lýsingar um nánari byggingareinkenni þessa lags en þeir steingervingar sem fundust í laginu eru *Spisula arcuata*, *Cyrtodaria angusta*, *Arctica islandica* og *Ensis cf. ensis*.

Lag 40 (1,4 m)

Sandsteinninn er grófari en í lögunum fyrir neðan. Skeljaleifar stærri og meira er um brotnar skeljar. Efstu 0,9 m eru skeljabönd sem innihalda mest af *Spisula arcuata* ásamt *Lentidium complanatum*, *Arctica islandica* og *Natica (Lunatia) catenoides*.

Lag 41 (5,8 m)

Þetta er grófur sandsteinn til völuþberg sem nær upp að jarðveginum sem liggur efst á sniðinu. Engir steingervingar fundust í laginu.



Mynd 5: Jarðlagasúla af sniði 2. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.2.

4.1.3 Snið 3

Staðsetning við botn sniðs: 62°57'87.43 N 57°88'27.47 V

Halli og hallastefna: 10°/312°

Upplýsingar um snið 3 fengust úr skýrslunni Tjörnesferð, 1980 eftir Eddu Lilju Sveinsdóttur, Gísla Gíslason og Óskar B. Sigurðsson.

Mynd 5 sýnir öll lög in í sniði 3 teiknuð upp í jarðlagasúlu.

Lag 1 (1,70 m)

Þetta er siltsteinn sem er rauðbrúnn, leirkenndur og töluvert sprunginn. Hann hefur svartan sprungulit. Það fundust plöntuleifar í laginu sem eru líklega rótarleifar.

Lag 2 (0,7 - 0,8 m)

Fínsandsteinn, grár á litinn og virðist vera minna leirkenndur en lagið fyrir neðan. Plöntuleifar aukast, líklega rótar- og stöngulleifar.

Lag 3 (0,1 m)

Setið verður aftur eins og í lagi 1. Leirkenndur siltsteinn sem er frekar sprunginn en mun meira af plöntuleifum finnast í þessu lagi.

Lag 4 (0,02 - 0,05 m)

Örþunnt surtarbrandslag. Misþykkt en vel kolað.

Lag 5 (0,3 m)

Setið í laginu líkist lögum 1 og 3. Sami leirkenndi siltsteinninn. Hér er þó mun minna af plöntuleifum en í lagi 3.

Lag 6, þykkt: 0,05 - 0,1 m. Leirsteinn.

Gráleitur leirsteinn. Lagið er mun meira leirborið en lög in fyrir neðan. Skeljar af tegundinni *Spisula arcuata* finnast í þessu lagi.

Lag 7 (0,7 m)

Setið í þessu lagi líkist setinu í lagi 1 en mun meiri sandur er í þessu lagi. Leirkenndur fínsandsteinn sem er rauðbrúnn á litinn og frekar harður. Lagið er mjög sprungið og finnst leir í sprungunum ásamt því sem leirlinsur finnast hér og þar í laginu. Skeljunum fjölga eftir því sem ofar dregur. Um 0,25 m fyrir neðan efra borð þessa lags er að finna plöntuleifar m.a. laufblað sem líklegast er af *Alnus cf. (Elri)*. Á milli eru örþunnar surtarbrandslinsur og einstaka skeljaför. Plöntuleifarnar eru á um 0,1 m bili en hverfa svo og þá taka skeljaför við. Neðan við efra borð lagsins voru þunn skeljalög þar sem skeljarnar komu fram í hópum. Ekki var hægt að greina ákveðna stefnu á legu skeljanna en skeljarnar sem fundust í laginu voru *Abra alba* og *Lentidium complanatum*.

Lag 8 (0,05 m)

Örþunnt lag af leirsteini. Gul-hvítur á litinn og hnoðanlegur. Þó eru einstaka gróf korn að finna.

Lag 9 (11,7 m)

Mjög dökkur fínsandsteinn, næstum því svartur á litinn. Hann er allur sprunginn og sprungurnar fullar af leir. Á fyrstu 3 m fundust setbollur sem voru u.þ.b. 10-15 vm í þvermál. Skeljaleifar fáar og illa varðveittar í sandsteininum, mest á neðstu 0,3 m. Mest fannst af *Cyrtodaria angusta* en einnig fundust *Spisula arcuata*, *Artica islandica*, *Natica (Lunatia) catenoides* og *Mytilus edulis*. Eftir því sem ofar dregur verður sandsteinninn flögóttari og frá miðju lagi er orðið lítið um steingervinga. Í efstu 0,5 m eru litlar völubergslinsur sem eru um 0,15-0,2 m á þykkt og stærstu völnar um 1cm í þvermál.

Lag 10 (0,2-0,3 m)

Völubergslag. Stærstu völnar eru um 10 cm í þvermál en fínustu kornin er sandur. Lagið er misþykkt.

Lag 11 (1,5 m)

Ljós fínsandsteinn með ljósbrúnan veðrunarlit. Sandsteinninn er sprunginn og hefur skálögun. Sprungurnar eru fullar af sandi sem hefur jafnvel þrýsts upp í þær. Neðst í laginu finnast þunn linsulaga völubergbönd. Það fundust lurkar sem voru um 5-10 cm í þvermál. Sandsteinninn stendur út úr hlíðinni eins og lítill klettur þar sem hann hefur veðrast hægar er lögin fyrir ofan og neðan.

Lag 12 (0,1 - 0,15 m)

Þetta er surtarbrandslag.

Lag 13 (6,2 m)

Ljós gulgrár silt-sandsteinn sem er harður í sér. Enga lagskiptingu er að sjá en setið er frekar sprungið og klofnar gjarnan upp í flögur. Lítið um lífrænar leifar og þá er helst að finna rótar- og stöngulleifar.

Lag 14 (0,1 m)

Surtarbrandur. Lítið um plöntuleifar ofan og neðan við lagið.

Lag 15 (0,2 m)

Setið líkist setinu í lagi 13. Ljós gulgrár silt-sandsteinn sem er harður í sér. Kornastærðin er þó ennþá minni en í lagi 13. Einstaka plöntuleifar finnast.

Lag 16 (0,15 m)

Surtarbrandur. Meira af plöntuleifum ofan og neðan við hér en í lagi 14.

Lag 17 (1,9 m)

Sami ljósi og harði silt-sandsteinninn og í lögum 13 og 15. Talsvert meira af plöntuleifum í þessu lagi. Far eftir Arthropoda (Vatnafló) fannst í laginu. Setið er laust í sér og brotnar gjarnan upp í flögur.

Lag 18 (0,1 m)

Leirsteinn en setið í laginu er nokkurs konar leirleðja sem er gráhvít á litinn.

Lag 19 (2,9 m)

Setið er eins og í lagi 17. Sami ljósi og harði silt-sandsteinninn. Hann brotnar gjarnan upp í flögur. Neðarlega í laginu fundust nokkur heilleg laufblöð sem hægt var að greina, cf. *Salix* og cf. *Alnus*.

Lag 20 (0,15 m)

Surtarbrandur sem er nokkuð vel kolað. Plöntuleifar finnast fyrir ofan og neðan lagið.

Lag 21 (1,9 m)

Setið líkist mjög setinu sem er í siltsteinslögum fyrir neðan. Það er ljóst, hart og brotnar upp í flögur. Plöntuleifar finnast hér og þar.

Lag 22 (0,05 m)

Surtarbrandur.

Lag 23 (0,3 m)

Fínsandsteinn. Í laginu finnast engar plöntuleifar.

Lag 24 (0,1m)

Surtarbrandslag.

Lag 25 (0,6 m)

Fínsandsteinn.

Lag 26 (0,3 m)

Surtarbrandslag.

Lag 27 (0,3 m)

Fínsandsteinn.

Lag 28 (0,8-1,05 m)

Surtarbrandur. Þetta er þykkasta kolalagið sem fannst í sniðinu. Mesta þykkt þess var mæld lóðrétt og var 1,05 m en sumstaðar var það þynnra. Það þyntist eftir því sem norðar dró.

Lag 29 (0,9 m)

Fínsandsteinn sem er mjög sprunginn og nokkuð harður. Hann stendur út úr hlíðinni og hlífir m.a. þykka kolalaginu fyrir neðan frá veðrun. Sprungurnar eru fullar af sandi. Þessi sandsteinn er rofinn til og verður um 0,4 m á þykkt 8 m norðan við sniðið. Efst í laginu, þar sem það er minnst rofið eru skeljaleifar. Þar sem lagið var mjög hart var ekki hægt að ná heillegum skeljum út úr því.

Lag 30 (0,5 m)

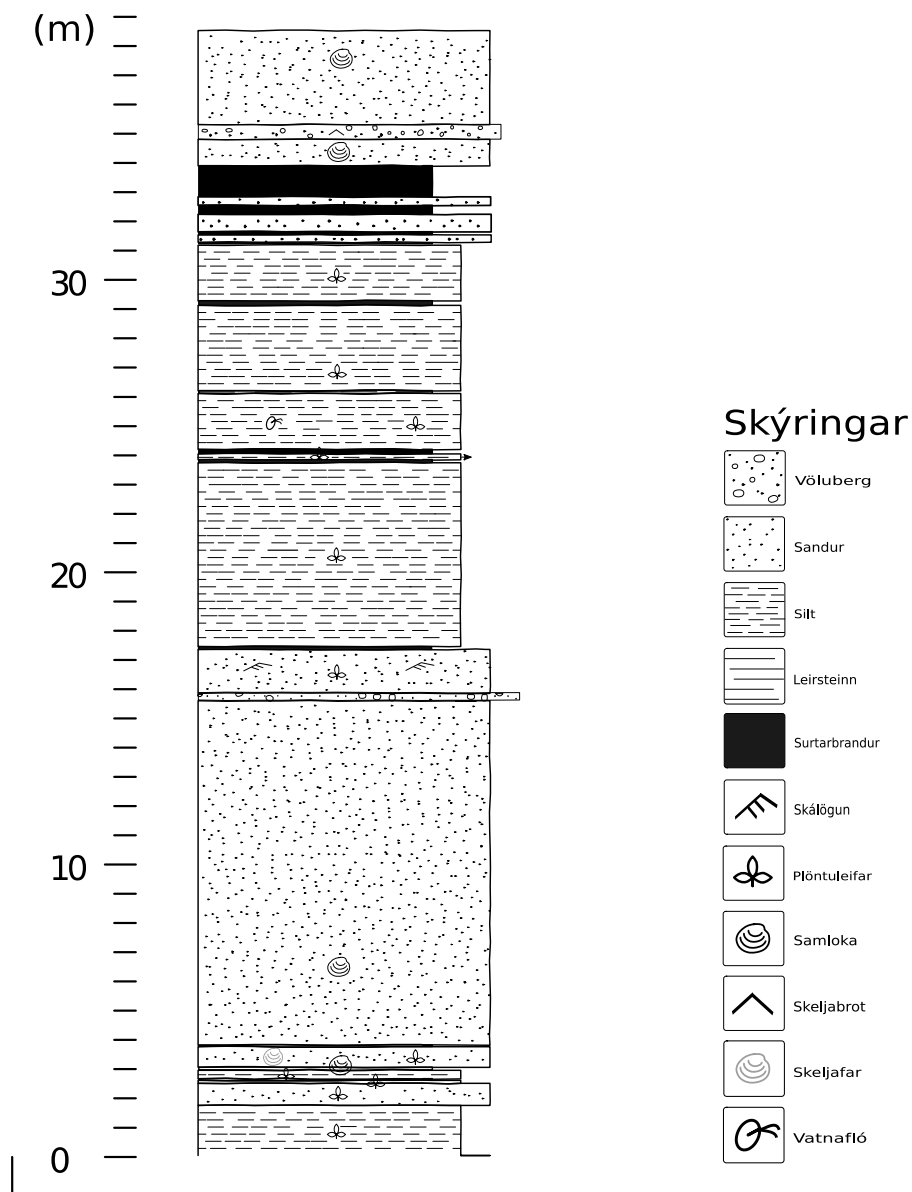
Völubergslag sem liggur mislægt ofan á lagi 29. Setið er grófur sandur með litlum vólum í. Skeljaleifar liggja í lögum og eru gjarnan brotnar. Skeljarnar voru illa varðveittar vegna grófrar kornastærðar en þó var hægt að greina tegundirnar *Spisula arcuata*, *Mytilus edulis* og *Acanthocardia echinata* í laginu.

Lag 31 (3,2 m)

Grár fínsandsteinn. Neðst í laginu eru engir steingervingar og þar er sandsteinninn laus í sér. Um 1,8 m frá upphafi lagsins byrja skeljaleifar að finnast og þar verður sandsteinninn harðari í sér. Algengasta skelin er *Mytilus edulis* en einnig fundust skeljarnar *Venerupis cf.*, *Cardium cf.* og hrúðukarlinn *Balanus hopkinsi*.

Lag 32 (2-2,5 m)

Brúnleitt illa aðgreint set. Kornastærð er allt frá silti upp í hnullunga. Jökulbergslag sem nær upp að jarðvegsbyrjun.



Mynd 6: Jarðlagasúla af sniði 3. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.3.

4.1.4 Snið 4

Staðsetning við botn sniðs: 62°57'32.0N 57°88'16.0V

Halli og hallastefna: 10°/310°

Upplýsingar um snið 4 fengust úr skýrslunni Setlög í Hringvershvilt og Sandhvilt, 1996 eftir Daða Þorbjarnarson, Eydísi Salome Eiríksdóttur, Melkorku Matthíasdóttur og Pálma Erlendsson.

Mynd 6 sýnir öll lög in í sniði 4 teiknuð upp í jarðlagasúlu.

Lag 1 (3,23 m)

Siltsteinn sem er dökkur á litinn og klofnar upp í flögur. Skeljarnar voru allar horfnar og því einungis skeljaför sem fundust. Líklegast er þetta far eftir *Spisula arcuata*.

Lag 2 (3,29 m)

Fínsandsteinn sem er dökkur á litinn. Skeljaför fundust ásamt plöntuleifum en í litlu magni.

Lag 3 (3,29 m)

Setið í laginu er meðalsandsteinn. Lítið af skeljaförum og plöntuleifum. Talsverð ummyndun hefur átt sér stað og allnokkuð um járnútfellingar.

Lag 4 (1,00 m)

Meðalsandsteinn. Setið virðist verða grófara eftir því sem ofar dregur. Setið er dökkgrátt á lit og sjá má rofrás í setinu sem er full af grófsandi.

Lag 5 (0,93 m)

Einsleitt völubergslag þar sem völlumar eru mjög ávalar. Sjá má víxlkálögum í setinu. Setið er gulleitt og rauðar járnútfellingar nokkuð áberandi.

Lag 6 (4,00 m)

Þetta er blágrár leirsteinn. Nokkuð er um brennisteinsútfellingar í sprungum í laginu sem eru meira áberandi efst í laginu. Allnokkuð er um kolaðar plöntuleifar og m.a. fannst *Alnus cf. (Elri)* laufblað neðst í laginu.

Lag 7 (4,5 m)

Einsleitur siltsteinn sem er grábrúnn á litinn. Plöntuleifar liggja í þunnum lögum og virðist siltsteinninn brotna upp eftir þessum lögum. Meira er af plöntuleifum efst í laginu heldur en neðst.

Lag 8 (0,26 m)

Einsleitur, lítið ummyndaður siltsteinn sem brotnar gjarnan upp í flögur. Hann inniheldur þó nokkuð af plöntuleifum sem liggja í þunnum lögum og virðist siltsteinninn brotna upp eftir þessum lögum líkt og í laginu fyrir neðan.

Lag 9 (0,26 m)

Surtarbrandur, frekar laus í sér.

Lag 10 (1,19 m)

Grár siltsteinn sem brotnar gjarnan upp í flögur. Nokkuð er um rauðar járnútfellingar í laginu og kolaðar plöntuleifar. Siltsteinninn virðist oft vera grágrænn vegna ummyndunar. Í laginu finnst um 1,2 m þykk syrpa þar sem tvö 10-15 cm þykk kolalög finnast. Á milli þeirra er siltsteinn sem inniheldur nokkuð af koluðum plöntuleifum.

Lag 11 (0,53 m)

Surtarbrandur, frekar laus í sér.

Lag 12 (1,32 m)

Sami grái siltsteinninn og í lagi 10 sem er harður í sér og virðist vera grágrænn vegna ummyndunar. Nokkuð um rauðar járnútfellingar og kolaðar plöntuleifar.

Lag 13 (1,19 m)

Surtarbrandur sem er laus í sér.

Lag 14 (0,53 m)

Sami siltsteinn og í lögnum fyrir neðan. Á einnig við um lög 16 og 18.

Lag15 (0,39 m)

Surtarbrandur.

Lag16 (0,53 m)

Siltsteinn.

Lag17 (0,39 m)

Surtarbrandur.

Lag 18 (1,06 m)

Siltsteinn.

Lag19 (1,03 m)

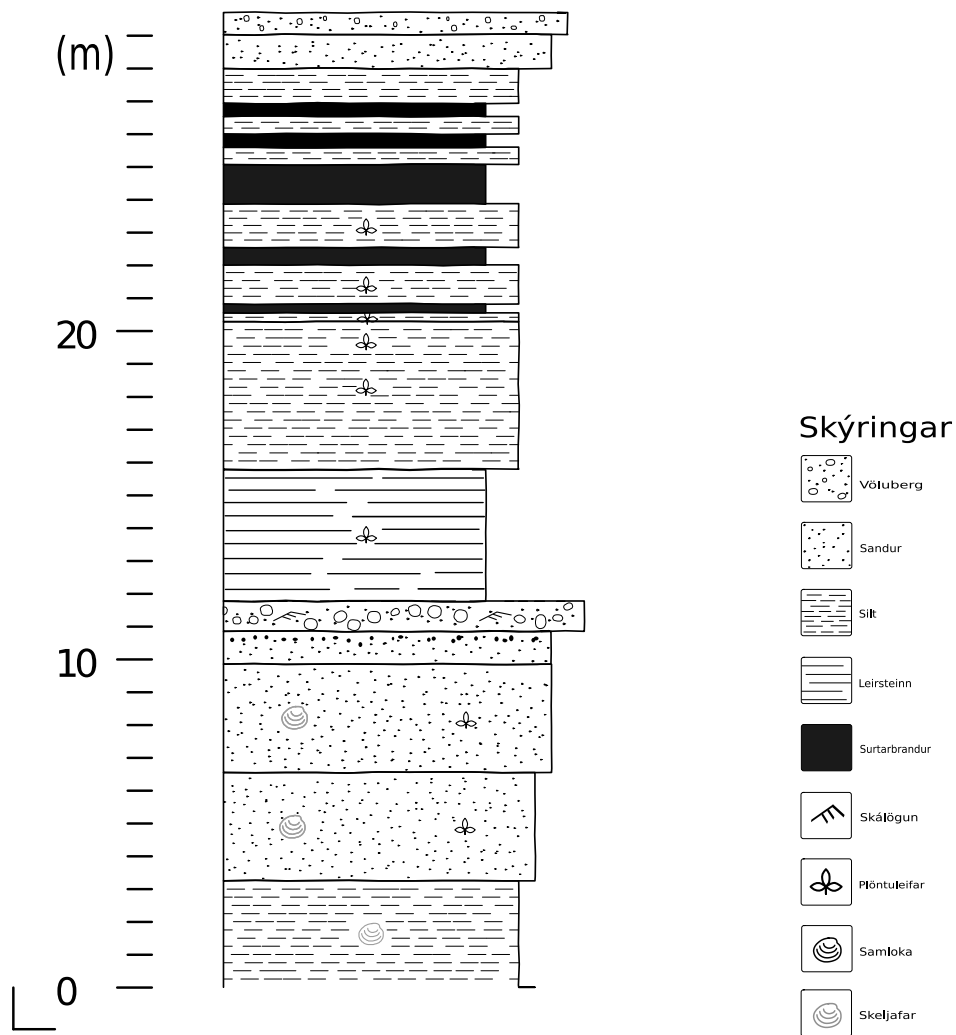
Setið er meðalgrófur sandur, ljósgrár á litinn. Neðst í laginu er efnið grófar en efst. Hér er allnokkur ummyndun sem hefur átt sér stað.

Lag 20 (0,66 m)

Grófur sandur sem inniheldur litlar vöður. Setið er gult á lit en rauðar járnútfellingar eru áberandi. Setið er mjög morkið og brotið. Hugsanlegt að það hafi brotnað þegar jökull gekk yfir það.

Lag21

Brúnleitt illa aðgreint set þar sem kornastærð er allt frá silti upp í hnullunga. Jökulberg.



Mynd 7: Jarðlagasúla af sniði 4. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.4.

4.1.5 Snið 5

Staðsetning: 62°55'83.70 N 57°88'56.46 V

Halli og hallastefna: 10°/ 310°

Upplýsingar um snið 5 fengust frá Jóni Eiríkssyni, 1975.

Mynd 7 sýnir lögin í sniði 5 teiknuð upp í jarðlagasúlu.

Lag 1 (0,83 m)

Fínsandsteinn sem er smá sprunginn. Setið í laginu er ljós-grænleitt á litinn og leirkennt. Hann verður járnkenndur í um 1,05 m og þá fer að sjást í brúnleitari lit. Setið verður ennþá leirkenndara. Engar skeljar fundust í laginu.

Lag 2 (0,11 m)

Brúnn leirsteinn.

Lag 3 (0,04 m)

Leirsteinn sem er grágrænn á litinn.

Lag 4 (0,02 m)

Leirsteinn, svart-rauður á litinn sem gæti verið járnrauði.

Lag 5 (0,39 m)

Ólífugrænn leirsteinn. Setið er einnig rauðleitt af járn og þá aðallega í sprungum efst í laginu.

Lag 6 (0,42 m)

Gráleitur leirsteinn. Mikið af járn í sprungum. Heil laufblaðsför fundust á mótum lags 6 og 7.

Lag 7 (0,07 m)

Grár og lagskiptur fínsandsteinn. Hann er grófari neðst en verður svo fíngerðari ofar í laginu. Töluvert er um plöntuleifar í laginu.

Lag 8 (0,14 m)

Brúnn leirsteinn.

Lag 9 (0,04 m)

Brúnt surtarbrandslag. Inniheldur mjög mikið af plöntuleifum.

Lag 10 (0,42 m)

Leirsteinn. Neðst í laginu er um 1 cm af hreinu koli. Þar fyrir ofan tekur við um 1 cm af brennisteinsríkum leir. Ofan á leirinn koma svo um 3 cm af brúnleitu koli sem inniheldur mikið af plöntuleifum.

Lag 11 (0,61 m)

Fínlagskiptur leirsteinn.

Lag 12 (1,86 m)

Grænbrúnn, fínsandsteinn sem er lagskiptur. Neðarlega í laginu er mikið af plöntuleifum.

Lag 13 (2,59 m)

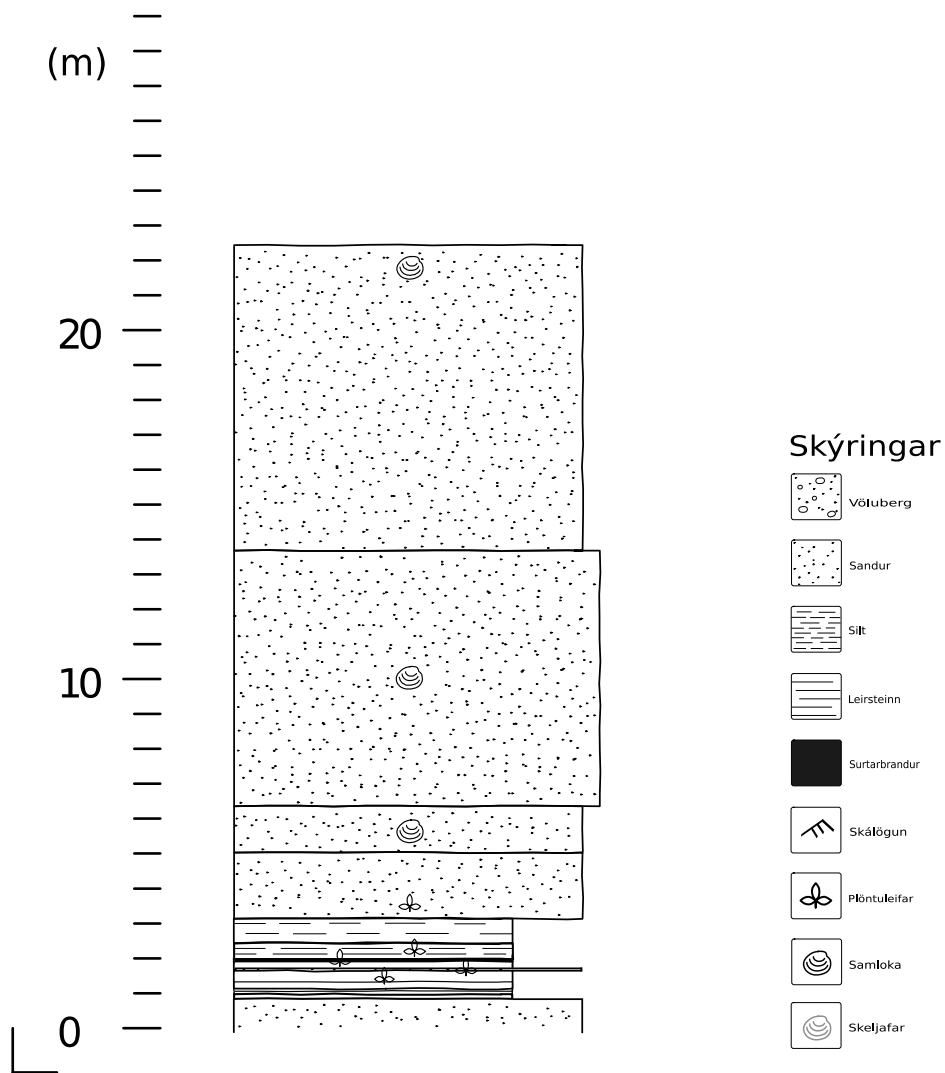
Fínsandsteinn. Í laginu finnast heilar skeljar sem eru samlokur. Ekki var hægt að greina steingervingana niður í tegundir.

Lag 14 (16,08 m)

Grófur sandsteinn sem inniheldur bæði skeljar og skeljabrot. Í laginu fundust harðar setbollur. Stórar skeljar af *Arctica islandica*, *Spisula arcuata* og *Cyrtodaria angusta* fundust í laginu. Setbollum fækkar ofar í laginu.

Lag 15

Við neðri mörk lagsins er finsandsteinninn dimm-ólífugrænn á litinn. Blágráar með hörðum setbollum. Ofarlega í laginu fundust skeljar en ekki var hægt að greina tegundir.



Mynd 8: Jarðlagasúla fyrir snið 5. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.5.

4.1.6 Snið 6

Staðsetning: 62°55'09.98 N 57°87'91.58 V

Halli og hallastefna: 10°/ 310°

Upplýsingar um snið 6 fengust frá Jóni Eiríkssyni, 1975.

Mynd 8 sýnir lögin í sniði 6 teiknuð upp í jarðlagasúlu.

Lag 1 (1,69 m)

Grágrænn, smásprunginn og leirkenndur fínsandsteinn. Skeljaför eru algeng en einnig fundust heilar skeljar. Ómögulegt að taka sýni. Einhver lagskipting sást en mjög óljós.

Lag 2 (0,09 m)

Grágrænn fínsandsteinn. Í laginu sjálfu fannst um 10 cm lag af hörðum, blágrænum sandsteini með samlokum. Setbollur fundust í öllu laginu.

Lag 3 (2,18 m)

Grágrænn fínsandsteinn með skeljum. Setbollur koma fyrir í laginu og er þá yfirleitt með grábláan kjarna. Ekki var hægt að greina skeljarnar sem fundust í tegundir.

Lag 4 (0,19 m)

Fínsandsteinn sem er orðinn brúnn á litinn.

Lag 5 (0,02 m)

Leirsteinslag.

Lag 6 (0,39 m)

Hér er sandsteinninn orðinn aðeins grófari en í lögnum fyrir neðan, meðalsandsteinn. Hann er grágrænn á litinn og engar skeljar fundust í laginu.

Lag 7 (0,04 m)

Þetta er leirsteinslag sem er frekar laust í sér. Plöntuleifar finnast í laginu.

Lag 8 (0,27 m)

Grágrænn fínsandsteinn með setbollum. Engar skeljar fundust í laginu.

Lag 9 (0,76 m)

Þetta er grágrænn-brúnn leirsteinn sem inniheldur plöntuleifar.

Lag 10 (0,09)

Surtarbrandslag sem er um 10 cm. Undir laginu er nær alveg láréttur lagflötur sem er toppur leirsteinsins. Ef til vill 1-2° halli til austurs.

Lag 11 (0,19 m)

Leirsteinn um 20 cm með plönuleifum.

Lag 12 (0,04 m)

Surtarbrandur. Um 1-2 cm rauðleitt leirlag liggur ofan á því.

Lag 13 (0,24 m)

Leirsteinn sem inniheldur engar plöntuleifar.

Lag 14 (0,04 m)

Rauðgulur fínsandsteinn með plöntuleifum.

Lag 15 (0,27 m)

Leirsteinn með plöntuleifum.

Lag 16 (0,14 m)

Surtarbrandslag með trjástofnum, 5x15 cm að stærð. Lagið virðist aðallega vera trjástofnar og leir þar á milli. Lagið er gulleitt á litinn. Hugsanlega vegna brennisteins.

Lag 17 (0,23 m)

Leirsteinn með sandsteinslögum inná milli.

Lag 18 (0,02 m)

Surtarbrandur eða þunn linsa sem er um 2 cm.

Lag 19 (0,46 m)

Brúnn leirsteinn með plöntuleifum.

Lag 20 (1,60 m)

Leirkenndur, grágrænn fínsandsteinn með skeljum og plöntuleifum. Allar skeljar heilar og samlokur algengar. Ekki var mögulegt að greina samlokurnar í tegundir. Óljós lagskipting.

Lag 21 (1,16 m)

Brúnn siltsteinn með samlokum.

Lag 22 (0,76 m)

Lagskiptur, brúnn fínsandsteinn. Engar skeljar fundust í laginu.

Lag 23 (0,44 m)

Ljósgrár leirsteinn með plöntuleifum og sandsteinslinsum.

Lag 24 (0,24 m)

Grár fínsandsteinn sem inniheldur engar skeljar.

Lag 25 (0,42 m)

Rauðleitt leirsteinslag. Hugsanlega vegna járnútfellinga.

Lag 26 (0,21 m)

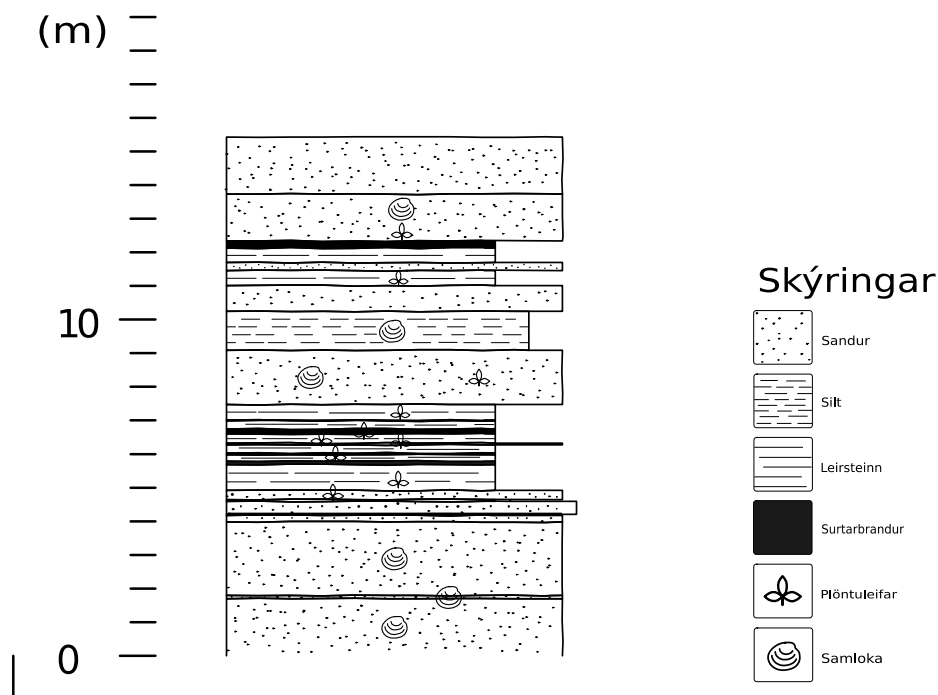
Surtarbrandur.

Lag 27 (1,39 m)

Grár, leirkenndur fínsandsteinn með plöntuleifum. Efst í laginu eru heilar skeljar en ekki reyndist mögulegt að greina þær í tegundir.

Lag 28 (1,69 m)

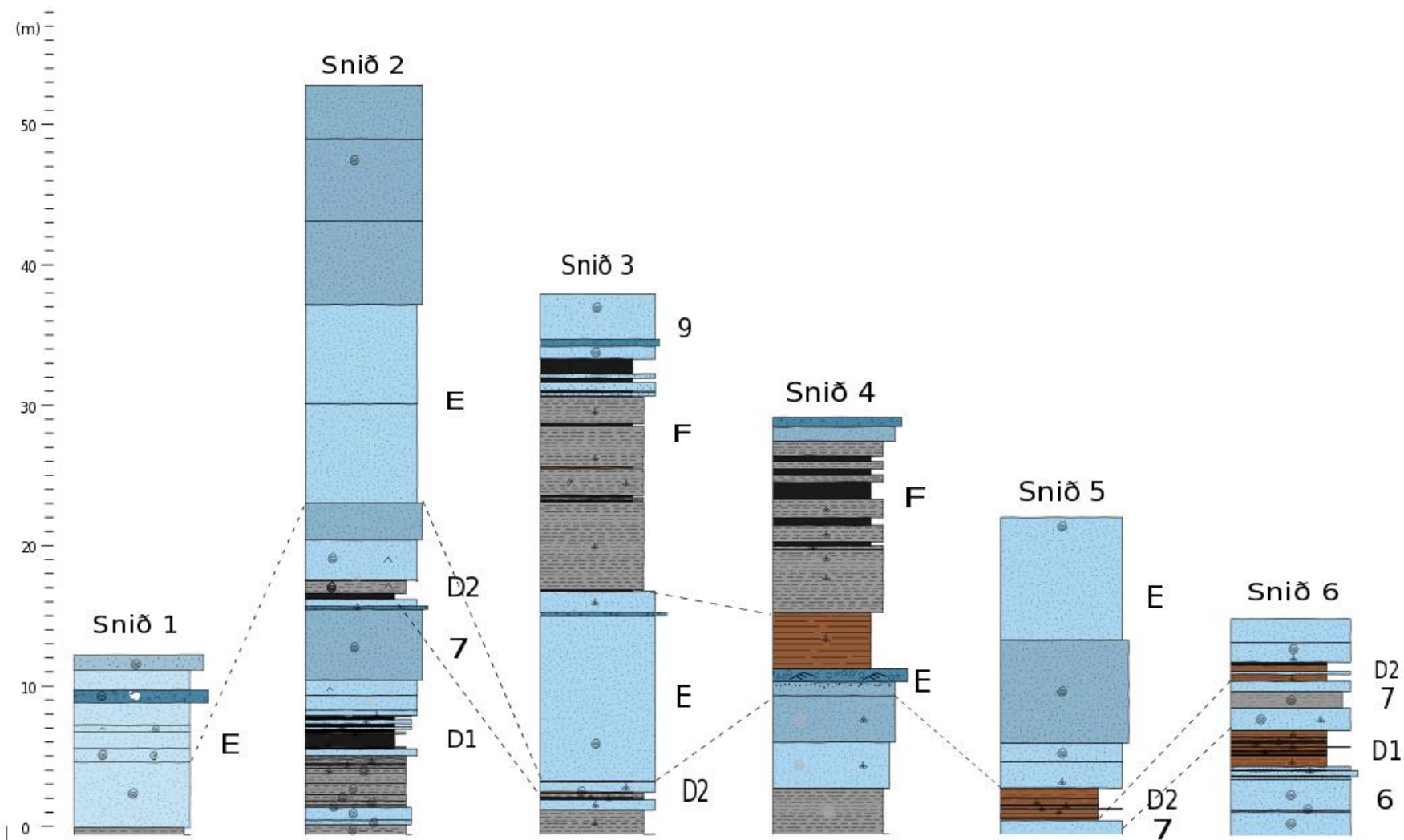
Brúnn til ólífubrúnn sandsteinn sem er lagskiptur. Engar skeljar fundust í laginu en opnur voru slæmar. Eftir eru um 2-3 m upp á efstu brún sniðsins.



Mynd 9: Jarðlagasúla fyrir snið 6. Lýsingar á hverju lagi fyrir sig má sjá í kafla 4.1.6.

4.2 Tenging milli sniða

Þegar tekið er tillit til lýsinga á lögum, sem fengust úr skýrslum nemenda Jarðvísindadeildar Háskóla Íslands, var hægt að teikna upp nákvæmar jarðlagasúlu líkt og sjá má í kafla 4.1. Þegar búið var að teikna upp jarðlagasúlu fyrir hvert snið mátti sjá greinilega tengingu á milli ákveðinna eininga. Strauch gaf út líkan af Tjörneslögnum árið 1963. Líkanið var haft til hliðsjónar þegar hafist var handa við að finna tengingu á milli sniðanna. Stuðst var við það til að finna hugsanleg lagmót milli eininga í þeim tilgangi að kanna hversu margar einingar væru í hverju sniði fyrir sig. Einingarnar hafa verið merktar inn á mynd 10 með viðeigandi bókstaf eða tölustaf. Þar sem bókstafur stendur fyrir landrænt set en tölustafur fyrir sjávarset (Strauch, F., 1963). Strauch merkir inn misgengi í Hringvershvilftinni líkt og sjá má á mynd 3 en í raun eru þau mun fleiri og er Hringvershvilftin undirlögð af misgengjum. Talið er að Strauch hafi ekki skoðað allar einingar nægilega vel. Þar sem hann merkir kolalag D þykir líklegt að um tvö kolalög sé að ræða, D1 og D2. Þá er einnig líklegt að Strauch hafi ekki séð lag 6 sem liggur undir kolalagi D1 (Jón Eiríksson, munnleg heimild). Sniðin 6 tengjast líkt og sést á mynd 10.



Mynd

10: Yfirlitsmynd af sniðunum 6. Á myndinni sést hvernig sniðin tengjast saman með punktalínunum ásamt því sem helstu jarðлага einingar hafa verið merktar inná myndina..
 Stuðst er við fyrri rannsóknir Strauch (1963) á skiptingu jarðlagaeininganna. Bókstafir standa fyrir landræn setlög en tölustafir fyrir sjávarsetlög (Strauch, F.,1963)

4.3 Steingervingar

Abra alba (Wood, 1802)

Abra alba er samloka sem finnst ekki lengur hér við land. Skeljarnar eru sjaldan stærri en 2,5 cm. Samlokan vill helst grafa sig niður í eðjuríkan botn, siltríkan sand eða í mjúka eðjukennda mól. Hún lifir oft á sjávarbotni í grunnsævi þar sem sjávarborð er mjög lágt eða rétt utan við strendur niður á 66 m dýpi. Í dag er skelina að finna allt í kringum Bretlandseyjar og er hún mjög algeng á um 18 m dýpi. Hún er útbreidd frá Noregi og Eystrasalti alla leið suður meðfram ströndum Afríku (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004).

Acanthocardia echinata (Linné, 1758)

Acanthocardia echinata er samloka af ættinni *Cardiidae* eða báruskeljarætt og kallast ígulskel á íslensku. Skeljar hennar eru mjög þykkar og geta orðið allt að 7,6 cm á lengd. Ígulskeljar er að finna víða við strendur Íslands í dag á um 15-150 m dýpi. Skelin er einnig mjög útbreidd í kringum Bretlandseyjar en einnig lifir hún við strendur Noregs og alla leið suður í Miðjarðarhaf. Hún kýs helst að lifa á botni úr fínum eða eðjukenndum sandi og mól sem vanalega er leirborin, frá um 4 m og niður á þó nokkurt dýpi (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004).

Alnus Cf.

Alnus er trátegund af elriættkvíslinni (*Alnus Miller*). Þetta er bjarkarætt og eru tegundir ættkvíslarinnar útbreiddar um norðurhvel jarðar. Elri lifir í samlífi við bakteríur sem taka nitur úr andrúmsloftinu. Þessi hæfileiki elris til að binda nitur gerir því fært að vaxa vel í ýmis konar jarðvegi. Elritegundir eru oft frumherjar á röskuðu landi en samkeppni frá hærri trjám verður til þess að tegundin lítur oft í lægra haldi þegar fram í sækir (Halldór Sverrisson, 2012).

Arctica islandica (Linné, 1767)

Arctica islandica er eina núlifandi samlokutegundin sem finnst í norrænum sjó af ættinni *Cyprinidae* eða kúskeljaætt. Kúskeljar er að finna víða á Tjörnesi og í kringum Atlantshafið, m.a. við strendur Noregs og niður til strandsvæða Spánar (Funder, S., o.fl., 1998). Á veturna dregur úr skelvexti þegar lífveran grefur sig niður í sjávarsetið en á sumrin liggur hún á botninum (Hrafnkell Eiríksson, 1988). Tegundin er algengust í um 10-90m dýpi við Ísland og þrífst best rétt við neðstu sjávarmörk. Skeljarnar eru þykkar, kringluleitar og traustar. Lífveran virðist þrífast vel í mismunandi umhverfum og ekki halda sig við eina ákveðna setgerð (Norton, 1975). Tegundin finnst í öllum lögum Tjörness en er þó ríkjandi í tígulskeljalögum og stórum hluta krókskeljalaganna (Buchardt og Símonarson, 2003).

Arthropoda (Vatnafló)

Arthropoda er fylking liðdýra og flokkast vatnafló undir það. Latneska heitið yfir vatnafló er *Cladocera* en um 620 tegundir flokkast þar undir. Flestar tegundirnar finnast í ferskvatni en þó finnast nokkrar tegundir í sjó hér við Íslandsstrendur. Einungis eru 8 tegundir sem flokkast undir sjávarvatnaflær (Sölvi Rúnar Vignisson, munnleg heimild).

Balanus hopkinsi (Zullo, 1968)

Balanus hopkinsi er útdauður hrúðukall og er líklega náskyldur núlifandi tegundinni *Balanus eburneus*. Hann hefur aðeins fundist mjög neðarlega í gáruskeljalögum og í miðjum krókskeljalögum á Tjörnesi. Það er talið að *B. hopkinsi* sé upprunninn í Atlantshafi en hafi dáið út á norðanverðu Íslandi vegna kólnunar sjávar fyrir ísöld. Hann finnst í setlögum sem hafa myndast á grunnsævi og í strandumhverfi þar sem gjarnan eru þunn kolalög og setlög mynduð í ferskvatni inn á milli (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004).

Clinocardium ciliatum

Clinocardium ciliatum kemur fyrst inn í íslensk skeldýrasamfélag í krókskeljalögum. Skelin er kölluð báruskel á íslensku og er algeng umhverfis Ísland á um 0-260 m dýpi. Þá aðallega neðan fjörumarka þar sem kjördýpi hennar virðist vera 8 - 95 m. Skelin kys helst að lifa í fínkornóttu botnseti í kyrrum sjó og þá helst á mjúkum eðjubotni þó hún finnist einnig á blönduðum botni. Gáruskelin lifir í köldum, fullsöltum sjó umhverfis norðurskautssvæðið (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 1998).

Cardium cf.

Skeljar af *Cardium* ættkvíslinni voru til staðar í Hringvershvilftinni en erfitt reyndist að greina þær nánar niður í tegundir. *Cardium* skeljarnar fundust ekki við Íslandsstrendur fyrr en um og eftir stríðsárin. Það er talið að skelin hafi borist til landsins frá Bretlandi með stórum flutningaskipum á vegum hersins. Þegar skipin drógu upp akkeri við Bretlandsstrendur tóku þau með sér stóra setklumpa sem innihéldu skeljar og þegar þau komu að Íslandsströndum og létu akkerin falla niður höfðu þau flutt með sér skelina. *Cardium* ættkvíslinni var þannig hjálpað yfir Norður Atlantshafið því skelin gat vel lifað við Íslandsstrendur (Leifur A. Símonarson, munnleg heimild).

Cyrtodaria angusta (Nyst og Westendorp, 1839)

Cyrtodaria angusta er af ættkvíslinni *Cyrtodaria* sem er upprunnin í austanverðu Atlantshafi. Innan ættkvíslarinnar eru tvær núlifandi tegundir. *Cyrtodaria angusta* eða bjúgskel er útdauð samlokutegund. Tegundin lifði í frekar hlýjum sjó, við venjulega seltu og var um 8-10 cm að stærð. Hún var mikilvæg í grunnsævisfánu í Norðursjó á plíósen og hefur verið tengd við hlýskeið á ísöld. Yngstu aldursgreindu steingervingarnir fundust á Tjörnesi og eru um 1 milljón ára gamlir (Alexanderson, H., o.fl., 2014). Á austanverðu Englandi hefur *Cyrtodaria* oftast fundist í jarðlögum sem mynduðust þegar loftslag var aðeins hlýrra en í dag. Dreifing bjúgskelar miðað við sjávarhita er boreal eða lág arktísk boreal. Einnig benda nýlegustu upplýsingar um bjúgskelina til þess að hún tilheyri lögum sem tengjast boreal loftslagi og í Belgíu hefur skelin fundist ásamt boreal skeldýrum sem í dag lifa aðeins í Norðursjó og Ermasundi (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004). Tvær tegundir *Cyrtodaria* eru núlifandi en algengast er að finna þær tegundir á 50-150 m dýpi og lifa þær helst á fínum sandbotni (Leifur A. Símonarsson, 1974). Tegundin er meðal algengustu steingervinga í krókskeljalaginu (Símonarson og Eiríksson, 2008).

Ensis cf. ensis (Linné, 1758)

Ensis cf. ensis er tegund af hnífskel og flokkuð sem boreal tegund. Hún lifir við strendur Færeyja, Norður Noregs og alla leið suður til Marokkó. Hún lifir niður á allt að 80 m dýpi eða þar sem selta er ekki lægri en 25 ppm. Hnífskelin er löng og mjó líkt og nafnið bendir til. Hún lifir ofan á setinu en ef hætta steðjar að grefur hún sig hálf niður í setið. Hún er frá Míósen (Leifur A. Símonarson, munnleg heimild).

Lentidium complanatum (Sowersby, 1822)

Lentidium complanatum er útdauð tegund af linsuskel en hún lifði í boreal sjó (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004). Hún verður ríkjandi um miðbik tígulskeljalaganna og er einnig algeng í krókskeljalögnum (Leifur A. Símonarsson og Jón Eiríksson, 2008). Hún er talin hafa lifað á grófum botnum og í strand- eða brimbeltum. Þessi skel var harðger og þoldi orkurík umhverfi ásamt því að hafa þolað miklar breytingar í seltu og botnngerð betur en aðrar tegundir (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004).

Mytilus edulis, Linné, 1758

Mytilus edulis er kræklingur af ættinni *Mytilidae* eða kræklingsætt. Þeir eru algengir alls staðar við Íslandsstrendur nema við suðurströndina, en lífsskylirði þar eru ekki nægilega hagstæð (Ingimar Óskarsson, 1982). Tegundin er talin vera upprunnin í Kyrrahafi en dreifing hennar miðað við sjávarhita í dag er subarktískt eða boreal (Funder, S., o.fl., 1998). Skeljar kræklinganna eru gáralausar og þunnar með hvössum röndum. Kræklingur hefur fundist niður á 155 m dýpi en er algengastur á 0 – 200 m dýpi (Ingimar Óskarsson, 1982). Tegundina er aðallega að finna þar sem fersk vatn mætir saltvatni (Seed, 1969). Þetta er aðallega strandtegund sem festir sig við undirlag sitt með skeggþráðum. Fullorðnu dýrin lifa oft á grýttum ströndum til að byrja með en færa sig svo á meira dýpi þegar þau eldast (Funder, S., o.fl. 1998; Leifur A. Símonarson, 1981 b).

Einnig fundust skeljar sem eru af *Mytilus* ættinni en erfitt reyndist að greina sýnin nánar. Þau eru þó talin vera *Mytilus cf. edulis*.

Natica (Lunatia) catenoides (Wood, 1842)

Natica (Lunatia) catenoides er tegund af snigli sem er útdauður í dag. Hann hefur fundist í plíósen og pleistósen lögum í Englandi. Aðrar *Lunatia* tegundir er að finna víða umhverfis Ísland í dag á um 0 - 162 m dýpi. Þá er líklegt að þær tegundir þoli vel miklar breytingar á sjávarhita og seltu. *N. (Lunaticae) catenoides* var ífánu tegund sem gróf sig niður í setið og hafði þar af leiðandi þynnri skel (Leifur A. Símonarson, munnleg heimild).

Nucula nucleus (Linné, 1758)

Nucula nucleus er samlokutegund sem finnst ekki við Íslandsstrendur í dag en hefur fundist við Færeyjar. Hún er mjög útbreidd og lifir við Vestur Grænland og alla leið suður að Indlandshafi. Tegundin lifir nálægt ströndum á tiltölulega grófum botni úr eðjukenndri mól og grófum sandi allt niður að 150 m við Bretlandseyjar. Samlokun hefur sterkbyggða skel sem oft er þríhyrningslaga og sjaldan lengri en 1,3 cm. (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004). Tegundin er eðjuæta sem þýðir að hún síar næringu úr eðjunni sem hún étur. Útbreiðsla samlokunnar miðað við sjávarhita er subarktísk og boreal (Funder, S., o.fl., 1998).

Onoba semicostata (Montagu, 1803)

Onoba semicostata er snigill af ættinni *Rissoidea* sem finnst í kringum allt Ísland. Snigillinn kallast bárusnotra á íslensku. Hann heldur sig helst á meira en 10 m dýpi en þó hafa lifandi dýr fundist á 80 - 94 m dýpi. Tegundina er að finna í sjó frá Noregi og suður í Miðjarðarhaf frá mjög grunnum sjó við sjávarmörk og niður á allt að 1100 m dýpi. Dreifing Bárusnotru í dag miðað við sjávarhita er boreal. Mikið finnst af sniglinum í öllum grýttum ströndum við Bretlandseyjar og þá sérstaklega á sumrin. Þar lifir hún innan um sjávargróður, kóralla, samlokur og í gjótum þar sem silt er til staðar. Hún lifir á fæðuögnum sem hún rótar upp með fætinum (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004).

Polinices catenoides (Montfort, 1810)

Polinices catenoides er snigill af ættinni *Naticidae*. Snigillinn lifir ekki við strendur Íslands í dag og hefur ekkert íslenskt heiti. Skel hans er stór, traust, hnattlaga og örlítið skáhallandi (Leifur A. Símonarson, munnleg heimild).

Salix gruberi (Denk, Grímsson, Z. Kvacek, 2005)

Salix gruberi er víðistegund. *Salix gruberi* var lýst sem nýrri tegund frá Íslandi árið 2005. Hún er frábrugðin öðrum tegundum sem finnast víða í Evrópu vegna ógreinlegra skörðóttra brúna (Denk, T., o.fl., 2005). Tegundin hefur m.a. fundist á Tjörnesi við Skeifá en setlöggin þar eru 3,9 - 3,8 milljón ára (Leifur A. Símonarson, munnleg heimild).

Serlesia costifera (S.V.Wood, 1848)

Serlesia costifera er snigill sem lifði í Norður Atlantshafi og var líklegast boreal tegund. Hann lifði á litlu dýpi og þá oft í fjöruumhverfi. Sem samsvarar þá neðstu og efstu lögunum á Tjörnesi. Hann er náskyldur nákuðungnum sem hafði þykka skel og gat því lifað í orkumiklu umhverfi, líkt og fjörum. *Serlesia costifera* hefur fundist í Red Crag mynduninni á Englandi og er því af plíósen – pleistósen aldri sem kemur heim og saman við aldur Tjörneslaganna (Leifur A. Símonarson, munnlega heimild).

Spisula arcuata (Sowerby, 1817)

Spisula arcuata er útdauð tegund af samloku og því er ekki mikið vitað um vistfræði hennar. Íslenska heitið er tígulskel og er hún einkennistegund tígulskeljalaganna. Talið er að hún hafi lifað í boreal sjó og verið ífána. Hún var algengust í sandkenndum botni á grunnsævi og í nálægð strandbelta en hefur þó ekki þolað miklar breytingar í botngerð (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004). Á um 15-207 m dýpi finnst afbrigði af samlokunni víða í kringum landið (Ingimar Óskarsson, 1982).

Venerupis cf. (*Tapez*)

Venerupis cf. er einkennistegund elstu Tjörneslaganna sem eru gáruskeljalögin. Til eru þrjár tegundir af þessari samloku. Leifur A. Símonarson taldi líklegast er þetta væri hin eiginlega Bugskel (*Venerupis rhomboides*). Hún er stærst þriggja tegunda gáruskelja sem fundist hafa í Tjörneslögunum (Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson, 1998). Í dag grafa bugskeljar sig niður í mül, bæði sandkennda og eðjukennda. Þær finnast einnig í skeljasandi og grófum sandi á sjávarbotni rétt neðan við fjörumörk og niður á um 180 - 185 m dýpi við Bretlandseyjar (Sólveig Guðmundsdóttir Beck, 2004).

5 Ályktanir

5.1 Snið 1

Sniðinu var hægt að skipta niður í tvær einingar líkt og sést á mynd 4. Neðri lögin, sem eru aðallega úr fínsandi og innihalda bæði skeljar og snigla eru talin hafa myndast undir sjávarmáli. Væg skálögun sást í setlögnum sem bendir til þess að setið hafi verið að setjast til á grunnsævi þar sem ölduhreyfingar hafa verið til staðar. Skeljasýnin sem fundust voru vel varðveitt, líkt og *Spisula arcuata* sem fannst í lífstöðu ásamt heilum samlokum af *Cyrtodaria angusta*. Varðveisla þeirra bendir til þess að skeljasýnin hafi verið lítið flutt til. Út frá tegundunum sem voru greindar er líklegt að umhverfið hafi verið rólegt með sandkenndum botni þegar setlögin voru að hlaðast upp. Einnig bendir samlokan *Cyrtodaria angusta* til þess að sjávarhiti hafi verið nokkrum gráðum hærri þá en í dag. Neðri hluti sniðsins er talinn hafa myndast neðan við sjávarmál á grunnsævi eða í strandumhverfi.

Völubergið sem innihélt skeljabrotin í efsta hluta lagsins bendir til þess að orkuástand umhverfisins hafi breyst mikið. Þar sem setið verður mun grófara ofar í sniðinu og lítið fannst af heilum skeljum, má telja að orkan hafi aukist. Það sem gæti valdið slíkri breytingu er stormur sem eykur ölduhreyfingar sjávarins. Öldurnar rífa upp skeljarnar sem áður lifðu á rólegu grunnsævi, mylur þær og flytur með sér ásamt grófkornóttara seti sem sest svo til þegar storminn lægir. Þar sem engar heillegar skeljar fundust í efri hluta sniðsins er það talið vera landrænt set. Ásýnd setsins minnti helst á fjörusand þar sem vel þvegin og ávöl korn af öllum stærðum og gerðum sest fyrir. Þar af leiðandi var setið talið vera fornt strandumhverfi. Hvalbeinin sem fundust ofarlega í sniðinu styðja einnig þá kenningu þar sem hvalbein finnast oft á tíðum í fjörum eftir að hvalir stranda og deyja. Líklegt þykir að allt snið 1 sé í raun eining E. Við athuganir á sniðinu voru aðstæður mjög erfiðar og hafði stærðarinnar spilda fallið niður og haldi neðstu lög sniðsins.

5.2 Snið 2

Sniði 2 er hægt að skipta niður í fjórar einingar líkt og sést á mynd 5. Siltsteinslögin sem eru neðst í sniðinu innihalda skeljar sem bendir til þess að setlögin hafi verið að hlaðast upp undir sjávarmáli. Setgerðin er einnig mjög fín svo þau hafa líklegast myndast í lágorkumhverfi. *Balanus hopkinski* og *Spisula arcuata* fundust í þessum neðstu lögum en þetta eru tegundir sem lifa á grunnsævi í sandkenndum botni. *B. hopkinski* finnst einnig í strandumhverfi sem oft hafa þunn kolalög og setlög mynduð í ferskvatni inn á milli. Kræklingurinn *Mytilus cf. edulis* finnst einnig í lögnum en hann er aðallega að finna þar sem ferskvatn mætir saltvatni. Það bendir því til þess að ferskvatn hafi verið að mæta sjó þegar þessi neðstu lög eru að hlaðast upp. Skelin *Lentidium complanatum* og snigillinn *Serlesia costifera* sjást líka í lögnum en þetta eru tegundir sem oft finnast á litlu dýpi og þá aðallega í fjöruumhverfi. Setlögin verða grófari og eru greinilega að hlaðast upp nær landi. Í framhaldi af því koma siltsteinslög sem innihalda mikið magn af plöntuleifum og þá aðallega stöngul- og rótarleifar sem bendir til þess að einhvers konar skóglendi hafi verið til staðar þegar setlögin voru að hlaðast upp. Þar fyrir ofan skiptast á lög af siltsteini, fínsandsteini og surtarbrandi. Þessi eining er kölluð D1 (Jón Eiríksson, munnleg heimild). Lögin innihalda mikið af koluðum plöntuleifum svo hér er setið orðið landrænt.

Setgerðin verður grófari eftir því sem ofar dregur og skeljaför finnast í lögnum. Fyrst um sinn er þetta líklega grunnsjávarumhverfi en skeljarnar snúa allavega og engin ákveðin röðun er sjáanleg. Setið verður grófara og skeljar eins og *Lentidium complanatum*, *Nucula nucleus* og *Acanthocardia echinata* finnast í lögnum. Sem bendir til þess að hér sé um fjöruumhverfi að ræða. Þar sem allar þessar skeljar kjósa grófa botngerð úr eðjukenntri möl. Við tekur völubergslag með plöntuleifum svo hraði setupphleðslu er orðinn meiri en hraði landsigs. Þessi eining er talin samsvara einingu 7.

Þar ofan á leggjast svo surtarbrandslög og siltsteinslög sem innihalda skeljar og skeljabrot. Þessi lög tilheyra einingu D2 sem er mjög lítil í þessu sniði en er túlkað sem landrænt set.

Setið verður enn grófara og ofan á siltsteinslögin leggjast sandsteinslög með ágætlega vel varðveittum skeljum. Siltsteinslögin innihalda skeljarnar *Spisula arcuata* og *Lentidium complanatum* svo líklegt er að lögin hafi myndast í nálægð við strandumhverfi. Setbollur fundust hér og þar í þessum lögum en þær benda einnig til lægri sjávardýpis. Þar sem setbollurnar innihéldu oft kjarna úr skeljabroti gæti það bent til þess að skeljabrotin hafi rúllað fram og til baka á botninum og safnað smám saman utan á sig fínu seti. Sandsteinslögin verða grófari eftir því sem ofar dregur í sniðinu, skeljarnar og skeljabrotin verða stærri. Hér er því líklegt að orkan í umhverfinu sé að aukast. Þetta er því væntanlega fjöru-set og samsvarar einingu E.

5.3 Snið 3

Sniði 3 er hægt að skipta niður í fjórar einingar líkt og sést á mynd 10. Í neðstu lögnum er siltsteinn sem inniheldur mikið af plöntuleifum. Þetta eru að mestu leyti rótarleifar ásamt einhverjum stöngulleifum. Einnig finnst surtarbrandslag neðarlega í sniðinu sem bendir til þess að um landrænt set sé að ræða. Þessi lög samsvara lagi D2.

Setlögin verða svo grófari upp á við og samlokurnar *Abra alba* og *Spisula arcuata* finnast í lögnum ásamt plöntuleifum. Samlokurnar kjósa helst að lifa í mjúkum eðjurikum botni í grunnsævi eða rétt utan við strendur. Setlögin verða dekkri á litinn og lítið um skeljaleifar en þá mest af *Cyrtodaria angusta* sem lifir helst í fínum sandbotni. Litlar völubergslinsur finnast í setlögnum og svo tekur völubergslag við. Hér virðist því vera komið fjöru-set og er þessa eining hægt að tengja saman við einingu E.

Því næst skiptast á surtarbrands- og siltlög. Setið virðist vera svipað á milli samskonar laga svo greinilegt er að um samskonar ferli er að ræða. Það hafi endurtekið sig nokkrum sinnum við upphleðslu laganna. Því er líklegast um áflæði og afflæði að ræða. Þar sem surtarbrandslögin mynduðust vegna afflæðis og siltlögin vegna áflæðis. Líffar eftir Arthropoda (Vatnafló) fannst í einu af siltlögnum en erfitt er að segja til um hvort það hafi verið tegund sem lifði í ferskvatni eða sjó. Þessi lög virðast samsvara einingu F hjá Strauch.

Þar ofan á koma svo meðal- og grófkorna sandlög upp í völubergslög sem eru mjög ummynduð og setið er allt morkið og brotið. Skeljaleifar liggja í lögum og eru gjarnan brotnar. Þær voru illa varðveittar vegna grófrar kornastærðar en mest fannst af kræklingnum *Mytilus edulis* ásamt hrúðukarlinum *Balanus hopkinski*. En báðar þessar tegundir þrífast best þar sem ferskvatn mætir söltu vatni. Því er líklegt að hér sé um strandumhverfi að ræða, þar sem ferskvatn rennur til sjávar. Hugsanlega gæti verið að setið sé allt brotið og morkið vegna jökuls sem gekk þar yfir þar sem efsta lagið í sniðinu er jökulbergslag. Þessi lög tilheyra líklegast einingu 9.

5.4 Snið 4

Sniði 4 er hægt að skipta niður í tvær einingar eins og sést á mynd 7. Neðri einingin inniheldur steingervinga, bæði fínu og flóru. Setlögin hafa hlaðist upp neðan sjávarmáls en þegar ofar dregur virðist sem setið sé orðin landrænt. Enga afgerandi breytingu er að sjá á setinu nema hvað sjávarsteingervingum fer fækkandi eftir því sem ofar dregur. Því er líklegt að um afflæði sé að ræða sem virðist hafa gengið mjög rólega yfir. Svo taka við grófari lög af meðal-, grófsandsteini og völubergi. Hér er hugsanlega um straumvatnaset að ræða þar sem skálögun er greinileg og litlar rofrásir eru til staðar. Enga steingervinga er að finna í þessum lögum og er setið túlkað sem landrænt set. Þessi lög virðast samsvara einingu E.

Næst tekur við þykkt leirlag með plöntuleifum og þar ofan á leggjast lög af siltsteini og surtarbrandi til skiptis. Stórt steingert laufblað af *Alnus* cf. fannst í sniðinu en engar skeljar fundust. Hugsanlega hafa þessi lög hafi sest til í vatni og þá jafnvel í lóni við sjó en þar sem engar skeljaleifar fundust í lögnum er ólíklegt að setið hafi sest til í sjó. Plöntuleifar gætu hafa fokið ofan í lónið og það smám saman fyllst. Setlögin verða grófari upp á við sem gæti bent til þess að lónið sem setið hefur lagst til í hafi verið að grynna og gróa upp.

Þar ofan á kemur svo syrpa af silt- og kolalögum þar sem þau skiptast á. Þetta endurtekur sig nokkrum sinnum og virðist sem setið sé svipað á milli samskonar laga. Því virðist sem samskonar ferli hafi endurtekið sig nokkrum sinnum við myndun þessara laga. Svo líklegast er um áflæði og afflæði að ræða. Kolalögin mynduðust þá vegna afflæðis en siltlögin vegna áflæðis. Þessi lög virðast samsvara einingu F hjá Strauch.

Efstu lögin í sniðinu eru mestmegnis grófsandur með litlum völlum sem virðast hafa línst aftur saman. Lögin eru frekar afmynduð og því erfitt að segja til um myndunarumhverfi þeirra. Setið hefur myndast í orkumiklu umhverfi.

5.5 Snið 5

Sniði 5 er hægt að skipta niður í þrjár einingar líkt og sést á mynd 8. Neðst í sniðinu sést örllítið í einingu 7 sem myndaðist neðan sjávarmáls en þó er engu sjávarsteingervinga að finna. Næst tekur við þykk syrpa af leirsteinslögum sem inniheldur mikið af plöntuleifum en engu sjávarsteingervinga. Því er um landrænt set að ræða. Það gæti verið að setlögin hafi sest til í lóni þar sem lágorkuumhverfis gætir og plöntuleifar þá fokið ofan í lónið. Surtarbrandslög fundust einnig í sniðinu sem styður þá kenningu að setlögin hafi verið að hlaðast upp fyrir ofan sjávarmál. Þessi lög virðast samsvara einingu D2.

Svo taka við grófari setlög, fínsandsteinn upp í grófsandstein. Í fínsandsteinslaginu sem leggst ofan á leirsteinslagið í einingu D2 finnast plöntuleifar, sem gæti bent til þess að lónið sé að fyllast. Lögin verða svo ennþá grófari ofar í sniðinu og þá fara að finnast heillegar skeljar. Það voru aðallega tegundirnar *Arctica islandica*, *Spisula arcuata* og *Cyrtodaria angusta* sem fundust í efstu lögnum. Þetta eru tegundir sem kjósa sandkenndan botn á grunnsævi eða í nálægð við strandumhverfi. *Arctica islandica* virðist þó þrífast vel í mismunandi umhverfum þó hún kjósi helst að lifa rétt við neðstu sjávarmörk. Hér er líklega um áflæði að ræða auk þess sem smám saman er fjöruumhverfi að myndast. Þetta kemur heim og saman við einingu E.

5.6 Snið 6

Sniði 6 er hægt að skipta niður í fjórar einingar líkt og sést á mynd 9. Neðsta einingin samanstendur að mestu leyti af fínsandsteinslögum sem innihalda skeljar. Sandsteininum svípar mjög á milli laga og finnast setbollur hér og þar í einingunni sem bendir til þess að setlögin hafi verið að myndast þar sem einhverra ölduhreyfinga gætir. Þessi eining hefur því myndast á grunnsævi og samsvarar einingu 6.

Í framhaldi af því tekur við syrpa af leirsteinslögum og surtarbrandi ásamt einstaka fínsandsteinslagi. Hér virðist sem svipuð ferli hafi endurtekið sig nokkrum sinnum. Því er líklegt að þessi lög hafi myndast vegna áflæðis og afflæðis. Í einu surtarbrandslaginu fundust trjábolir sem voru um 5x15 cm að stærð. Þar sem fín leirlög með plöntuleifum eru á milli surtarbrandslaganna í þessari einingu er líklegt að kolalögin séu mynduð úr gróðri sem óx á þurru landi. Þar af leiðandi er þessi eining talin vera landrænt set og samsvarar einingu D1.

Svo verða lögin örlítið grófari og fínsandsteinslög ásamt silt- og leirsteinslögum verða áberandi. Þetta er lítil eining sem inniheldur fyrst um sinn bæði plöntuleifar og skeljar en eftir því sem ofar dregur í einingunni finnast bara skeljar. Því gæti verið um áflæði að ræða. Þessi eining er talin hafa myndast undir sjávarmáli og samsvarar einingu 7.

Í efstu lögunum fer skeljaleifum snarfækkandi og meira fer að finnast af plöntuleifum. Við taka fínsteins- og leirsteinslög ásamt surtarbrandi. Þessi eining er því talin mynduð á landi og samsvara einingu D2. Efst í sniðinu finnst eitt lag sem inniheldur bæði plöntuleifar og sjávarsteingervinga sem gæti hafa myndast vegna áflæðis.

6 Heildarmynd/Umhverfistúlkun

Yngsta einingin í Hringvershvilftinni er eining 6. Hún samanstendur að mestu leyti af sandsteini sem inniheldur sjávarsteingervinga og er því mynduð undir sjávarmáli. Sandsteinninn verður grófari eftir því sem ofar dregur í einingunni, sjávarsteingervingum fer fækkandi og plöntuleifar finnast í meira magni.

Því næst tekur við syrpa af leirsteinslögum og surtarbrandi ásamt einstaka fínsandsteinslagi. Þetta mun vera eining D1 sem inniheldur landræn setlög með mikið af plöntuleifum. Hugsanlega hafa lögin í einingunni myndast í ferskvatni, þá líklegast í lóni þar sem sjór komst ekki að. Mikið af plöntuleifum finnst í þessari einingu og þá helst rótar- og stöngulleifar. Einnig fannst eitthvað af trábolum sem bendir til þess að surtarbrandslögin séu líklegast mynduð úr gróðri sem óx á landi. Setgerðin verður grófari eftir því sem ofar dregur og skeljaför fara að finnast í lögunum. Líklegt er að lónið hafi fyllst upp og saltvatn flætt yfir.

Í framhaldi af D1 tekur við eining 7. Fyrst um sinn er líklega um grunnsjávarumhverfi að ræða þar sem einhverra ölduhreyfinga gæti vegna þess að skeljar sem fundust í einingunni snúa allavega og enga röðun er að sjá. Setið verður grófara eftir því sem ofar dregur og skeljar sem kjósa grófari botngerð líkt og mól finnast í lögum innan einingarinnar. Efstu lögin innan þessarar einingar innhalda plöntuleifar en engar skeljar sem bendir til þess að um áflæði sé að ræða.

Við tekur eining D2 sem samanstendur af leirsteins-, siltsteins- og surtarbrandslögum. Þessi lög innihalda mikið af plöntuleifum og er því greinilega um landrænt set að ræða. Það gæti verið að hér hafi setlögin sest til í ferskvatnslóni við sjó þar sem lágorkumhverfis gæti og plöntuleifar hafa fokið ofan í lónið. Svo virðist sem setlögin verði grófari sem bendir til þess að lónið hafi líklega gróið upp og fyllst smám saman.

Því næst kemur eining E sem samanstendur af sandsteinslögum sem fyrst um sinn innihalda plöntuleifar en svo fara sjávarsteingervingar að verða ríkjandi. Skeljarnar sem fundust neðarlega í einingunni benda til þess að lögin hafi myndast í nálægð við strandumhverfi. Þegar ofar dregur í einingunni verða setlögin grófari og sjávarsteingervingum fer fækkandi. Meira finnst af stærri skeljum og þá aðallega skeljabrot sem bendir til þess að orkan í umhverfinu hafi aukist. Grófari setlög með litlum rofrásum finnast ofarlega í einingunni ásamt skálögum svo hér gæti hugsanlega verið um straumvatnaset að ræða. Strönd gæti verið að byggjast fram eða þá að land hafi risið vegna tektónískra hreyfinga. Enga steingervinga er að finna í efstu lögunum í einingunni og er setið túlkað sem fjöruaset. Þó svo að í neðstu lögunum virðist einingin að einhverju leyti hafa myndast neðan sjávarborðs.

Í framhaldi af því skiptast á lög af siltsteini og surtarbrandi sem er eining F. Þetta endurtekur sig nokkrum sinnum og virðist sem setið sé svipað á milli laga. Því er greinilegt að um samskonar ferli er að ræða sem hefur endurtekið sig nokkrum sinnum við upphleðslu laganna. Líklegast er því um áflæði og afflæði að ræða þar sem surtarbrandslögin mynduðust vegna afflæðis og siltlögin vegna áflæðis. Síðan koma sandsteinslög til skiptis við surtarbrand sem fyrst um sinn innihalda enga sjávarsteingervinga.

Hér er svo um einingu 9 að ræða. Þar sem setlögin verða grófari, allt frá meðalsandsteini upp í völuþberg og skeljabrot liggja í lögum. Skeljabrotin voru illa varðveitt vegna grófrar kornastærðar svo greinilegt er að um orkuríkt umhverfi hefur verið að ræða. Steingervingategundirnar sem fundust í þessari einingu þrífast best þar sem ferskvatn mætir söltu vatni og því líklegt að hér sé um strandumhverfi að ræða, þar sem ferskvatn rennur til sjávar.

7 Lokaorð

Tjörnes hefur verið rannsakað mikið og þá sérstaklega hin eiginlegu Tjörneslög. Í þessari ritgerð var notast við rannsóknir á 6 sniðum úr Hringvershvilft og reynt eftir bestu getu að lesa út hvaða umhverfisbreytingar hafa átt sér stað á svæðinu. Reynt var að tengja saman steingervinga, lífrænar leifar, byggingareinkenni setlaga og form til að endurskapa myndunarumhverfi setlaga. Í Hringvershvilftinni er greinilegt að afstætt sjávarborð hefur ekki verið stöðugt. Þar skiptast á lög mynduð vegna áflæðis og afflæðis. Mikið er af vel varðveittum lögum úr sjávarseti, siltsteini og sandsteini sem hafa ýmist myndast á grunnsævi eða í strandumhverfi. Sjávardýraleifar benda einnig til þess að margar tegundir hafi lifað í hlýrri sjó en er nú hér við land. Einnig eru lög af landrænu seti sem oft innihalda kolaðar plöntuleifar, þá aðallega stöngul- og rótarleifar ásamt einstaka viðarbút. Þetta bendir til þess að brúnkolalögin sem finnast í Hringvershvilft hafi myndast úr skógi sem óx á landi. Þykkar syrpur af kola-, leirsteins- og siltsteinslögum benda til þess að lokað ferskvatnslón við sjó hafi myndast í hvilftinni. Plöntuleifar hafi fokið ofan í lónið og þannig hafi það smám saman fyllst og gróið upp. Lögin í Hringvershvilft tilheyra tígulskeljalögunum og þó þau séu mikið höggðu vegna staðsetningar Tjörness á mörkum gliðnunarbeltis Íslands og Tjörnes þverbrotabeltisins, þá geyma þau ómetanlegar upplýsingar um jarðsöguna síðustu 4-5 milljón árin.

Heimildir

Alexanderson, H., Backman, J., Cronin, T., M., Funder, Svend., Ólafur Ingólfsson, Jakobsson, M., Landvik, J., Y., Löwemar, L., Mangerud, J., Marz, C., Möller, P., O'Regan, M., Spielhagen, R., F. (2014). An arctic perspective on dating Mid-Late Pleistocene environmental history. *Quaternary Science Reviews*, 92, 9-31.

Buchardt, B. og Leifur A. Símonarson (2003). Isotope palaeotemperatures from the Tjörnes beds in Iceland: Evidence of Pliocene cooling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 189, 71-95.

Daði Þorbjörnsson, Eydís Salome Eiríksdóttir, Melkorka Matthíasdóttir, Pálmi Erlendsson (1996). *Setlög í Hringvershvilft og Sandhvilft, Tjörnesferð 1996*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.

Denk, T., Friðgeir Grímsson, Zetter, R. og Leifur A. Símonarson (2011) Pliocene Terrestrial and Marine Biota of the Tjörnes Peninsula: Warm Climates and Biogeographic Rearrangements. *Late Cainozoic Floras of Iceland. 15 Million Years of Vegetation and Climate History in the Northern North Atlantic*. Springer.

Denk, T., Friðgeir Grímsson, Kvaček, Z. (2005). The Miocene floras of Iceland and their significance for late Cainozoic North Atlantic biogeography. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 149 (4), 369-417.

Edda Lilja Sveinsdóttir, Gísli Gíslason og Óskar B. Sigurðsson (1980). *Tjörnesferð, júní 1980*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.

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

Guðmundur G. Bárðarson (1925). A stratigraphical survey of the Pliocene deposits at Tjörnes, in northern Iceland. *Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab, Biologiske Meddelelser* 4 (5).

Halldór Sverrisson (2012). Elri (Alnus)-Reynsla og möguleikar. Skoðað 6. maí 2015 á <http://www.skogur.is/media/fagradstefna>

Hrafnkell Eiríksson (1988). Um stofnstærð og veiðimöguleika á Kúfsskel í Breiðafirði, Faxaflóa og við SA-land. *Ægir*, 81(2), 58-68

Helgi Pjeturss (1905). *Om Islands Geologi*. Meddelser fra Dansk Geologisk Forening, Nr. 11. Doktorsritgerð. København.

Ingimar Óskarsson (1982). *Skeldýrafána Íslands*. Reykjavík, Prentsmiðjan Leiftur hf.

Jón Eiríksson. Munnleg heimild: Samtal þann 13. maí 2015. Fræðimaður við Háskóla Íslands.

Jón Eiríksson (1981). Lithostratigraphy of the upper Tjörnes sequence, North Iceland: The Breidavík Group. *Acta Naturalia Islandica* 29.

Kristinn J. Albertsson (1978). Um aldur jarðlaga á Tjörnesi. *Náttúrufræðingurinn*, 48.

Landmælingar Íslands (2012). Sótt þann 15. apríl 2015 af <http://atlas.lmi.is/kortasja/>

Leifur A. Símonarson. Munnleg heimild: Samtal þann 15. maí 2015. Fræðimaður við Háskóla Íslands

Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson (2008). Tjörnes- Pliocene and Pleistocene sediments and faunas. *Jökull*, 58, 331-342.

Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson (1998). Báruskel eða Gáruskel?. *Náttúrufræðingurinn*, 68 (1), 27-36.

Leifur A. Símonarson (1981 b). Upper Pleistocene and Holocene marine deposits and faunas on the north coast of Nûgssuaq, West Greenland. *Grønlands Geologiske Undersøgelse, Bulletin*, 140, 1-107.

Leifur A. Símonarson . (1974). Recent Cyrtodaria and its fossil occurrence in Greenland. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 23, 65-75.

Margrét Gísladóttir, Nína Aradóttir, Rakel Rún Karlsdóttir, Regína Ósk Einarsdóttir og Vigdís Bjarnadóttir (2014). *Tjörneslögin, Jarðfræðikortagerð*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.

Marshak, S. (2008). *Earth: Portrait of a planet*, (3rd edition). W.W. Norton and company.

Mertie, J.,B. (1922). Graphic and mechanical computation of thickness of strata and distance to a stratum. *U.S Geological Professional Paper*, 129-C, 39-52.

Norton, P., E. (1975). Paleoecology of the mollusca of the Tjörnes sequence, Iceland. *Boreas*, 4, 97-110.

Seed, R (1969). The ecology of *mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. *Oecologia*, 3(3/4), 277-316.

Sigurður Steinþórsson (2006). Náttúrufræðingurinn Eggert Ólafsson. *Vefnir*, 6. Skoðað 23.apríl 2015 á <http://vefnir.is/grein.php?id=693>

Sólveig Guðmundsdóttir Beck (2004). *Gáruskeljalögin á Tjörnesi*. BS-ritgerð, Jarð-og landfræðiskor Háskóla Íslands, Reykjavík.

Strauch, F. (1963). Zur Geologie von Tjörnes (Nordisland). *Sonderveröffentlichungen des Geologischen Instituts der Universität Köln*, 7.

Sölvi Rúnar Vignisson. Munnleg heimild: Samtal þann 18. maí 2015. Mastersnemi í Líffræði við Háskóla Íslands.

Þorleifur Einarsson (1991). *Myndun og mótun lands. Jarðfræði*. Reykjavík, Mál og Menning.

Þorleifur Einarsson, D. M. Hopkins og R. R. Doell (1967). The stratigraphy of Tjörnes, northern Iceland, and the history of the Bering Land Bridge. In: D.M. Hopkins, ed. *The Bering Land Bridge*. Stanford University Press, Stanford, 312-325.

Viðauki A

Tafla 1: Steingervingartafla fyrir snið 1.

Lag nr.	<i>Aretica islandica</i> (Linné, 1767)	<i>Balanus hopkinsi</i> (Zullo, 1968)	<i>Clinocardium ciliatum</i>	<i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst & Westendorp, 1839)	Hvalbein	<i>Mytilus edulis</i> , Linné, 1758	<i>Polinices catenoides</i> (Montfort, 1810)	<i>Spisula arcuata</i> (Sowerby, 1817)
1	x						x	x
2					x			
Spilda	x	x	x	x		x	x	x

Tafla 2: Steingervingatafla fyrir snið 2.

Lag nr.	<i>Astra alba</i> (Wood, 1802)	<i>Acanthocardia echinata</i> (Linné, 1758)	<i>Aretica islandica</i> (Linné, 1767)	<i>Balanus hopkinsi</i> (Zullo, 1968)	<i>Cyrtodaria angusta</i> (Nyst & Westendorp)	<i>Cardium</i> cf.	<i>Ercis</i> cf. <i>ensis</i> (Linné, 1758)	<i>Lentidium complanatum</i> (Sowerby, 1822)	<i>Mytilus edulis</i> , Linné, 1758	<i>Natica</i> (<i>Lunatia</i>) <i>catenoides</i> (Wood, 1842)	<i>Nucula nucleus</i> , (Linné, 1758)	<i>Ovula semicostata</i> (Montfort, 1803)	<i>Pisanalesfor</i>	<i>Serretia costifera</i> (Wood, 1848)	<i>Spisula arcuata</i> (Sowerby, 1817)
1				x				x							x
2				x											x
3				x	x			x	x		x				x
4									x						x
5				x				x							x
6				x				x	x					x	x
7	x							x	x		x				x
8															
9				x									x		
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26								x			x	x			x
27	x							x							x
28								x							
29		x				x		x			x				x
30															
31															
32															
33								x							
34															
35								x							
36															
37															
38															
39															
40															
41															

Tafla 3: Steingervingatafla fyrir snið 3.

Ligg. nr.	<i>Alnus alba</i> (Wood, 1802)	<i>Aconitum napellus</i> (Linné, 1758)	<i>Alnus cf.</i>	<i>Artemisia (Mitar)</i>	<i>Arnica montana</i> (Linné, 1757)	<i>Balanus hepaticus</i> (Zuñig, 1968)	<i>Cardium cf.</i>	<i>Cymbalaria angustata</i> (Nyst & Westendorp, 1835)	<i>Lentidium complanatum</i> (Sowerby, 1822)	<i>Myrica edulis</i> (Linné, 1758)	<i>Nelumbo (Lunathy) castrensis</i> (Wood, 1842)	<i>Pimpinella</i>	<i>Salix glabra</i> (Denk, Grimsom, Z. Knecht, 2005)	<i>Spiraea arguta</i> (Sowerby, 1817)	<i>Veneropis cf.</i>
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7	x		x						x					x	
8															
9					x			x		x	x			x	
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17				x											
18															
19			x										x		
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30		x								x				x	
31						x	x			x					x
32															