

# NÁTTÚRU FRÆÐINGURINN

93. ÁRG. 3.-4. HEFTI 2023

Hið íslenska  
náttúrufræðifélag  
Stofnað 1889

Náttúruminjasafn Íslands  
Stofnað 2007

## MÝVATNSENDUR

Ánastaðahvalirnir 1882 og aðrar  
steypireyðar fundnar við Ísland

Frerafjöll og hörfandi  
síreri á Íslandi

Er einhver Neanderdalsmaður  
hér inni?

Alkóhól í ylli- og reyniberjum  
á Íslandi





# NÁTTÚRUFRAEÐINGURINN

Alþýðlegt fræðslurit um náttúrufræði

93. árgangur 3.–4. hefti 2023

## Efni

- 94) *Arnþór Garðarsson*  
Mývatnsendur
- 108) *Gísli Pálsson*  
Er einhver Neanderdalsmaður  
hér inni?
- 113) *Karl Skírnisson*  
Harald Krabbe – *frumkvöðull*  
*sníkjudýrarannsóknna á Íslandi*
- 125) *Ævar Petersen og Snæbjörn Pálsson*  
Ánastaðahvalirnir 1882 og aðrar  
steypireyðar fundnar við Ísland
- 138) *Magnús Helgi Jóhannsson*  
og *Kristín Magnúsdóttir*  
Alkóhól í ylli- og reyniberjum  
á Íslandi – *forathugun*
- 142) *Ágúst Guðmundsson*  
Frerajöll og hörfandi sífreri á Ísland
- 159) *Sverrir Thorstensen, Ævar Petersen*  
og *Eyþór Ingi Jónsson*  
Hettumáfar í Eyjafirði 2020
- 91) Mikilvægi Náttúrufræðingsins  
93) Mynstur í náttúrunni

MYND Á FORSIÐU:  
Hávella – Long-tailed Duck.  
Ljóssm./Photo: Daniel Bergmann

**NÁTTÚRUFRAEÐINGURINN** er félagsrit  
Hins íslenska náttúrufræðifélags og  
tímarit Náttúruminjasafns Íslands.  
Að jafnaði eru gefin út fjögur hefti á ári.

RITSTJÓRI:  
Margrét Rósa Jochumsdóttir  
[ritstjori@hin.is](mailto:ritstjori@hin.is)

RITSTJÓRN:  
Sveinn Kári Valdimarsson líffræðingur  
(formaður)  
Gróa Valgerður Ingimundardóttir grasafraeðingur  
Hlynur Óskarsson vistfræðingur  
Ragnhildur Guðmundsdóttir líffræðingur  
Ríkey Júlíusdóttir jarðfræðingur  
Sindri Gíslason sjávarlíffræðingur  
Tómas Grétar Gunnarsson dýravistfræðingur  
Þóroddur F. Þóroddsson jarðfræðingur

PRÓFÖRK:  
Mörður Árnason íslenskufraeðingur

FORMAÐUR HINS ÍSLENSKA  
NÁTTÚRUFRAEÐIFÉLAGS:  
Sölvi Rúnar Vignisson líffræðingur

AÐSETUR OG SKRIFSTOFA FÉLAGSINS ER HJÁ:  
Náttúruminjasafni Íslands  
Suðurlandsbraut 24, 108 Reykjavík  
Sími: 577 1800

AFGREIDSLUSTJÓRI  
NÁTTÚRUFRAEÐINGSINS:  
Anna Heiða Ólafsdóttir  
[dreifing@hin.is](mailto:dreifing@hin.is)

ÚTLIT OG UMBROT:  
Ingi Kristján Sígurmarsson

PRENTUN:  
Prentmet Oddi

ISSN 0028-0550  
© Náttúrufræðingurinn 2023

ÚTGEFENDUR:  
Hið íslenska náttúrufræðifélag  
og Náttúruminjasafn Íslands

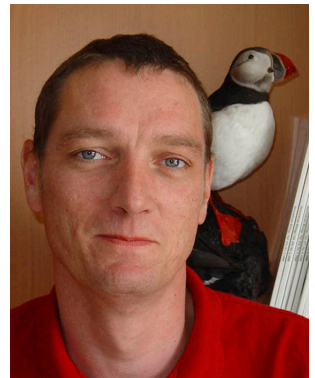


Icelandic  
Museum  
of Natural  
History



STOFNAD 1889

# Mikilvægi Náttúrufræðingsins



Sem nýjum formanni ritstjórnar Náttúrufræðingsins og varaformanni stjórnar Hins íslenska Náttúrufræðifélags var mér falið að skrifa leiðara í þetta tölublað Náttúrufræðingsins. Það er mér auðvitað mikill heiður en um leið sé ég hversu vel hefur verið haldið á því kefli sem mér er nú falið. Náttúrufræðingurinn er öflugt og faglegt tímarit sem þrátt fyrir háan aldur er bæði ferskt og nútímalegt. Mikilvægi Náttúrufræðingsins er óumdeilt; vettvangur fyrir niðurstöður nýjustu rannsókna og yfirlit um stöðu á ýmsum sviðum náttúrufræðanna á íslensku, skrifað fyrir bæði vísindamenn og almenning.

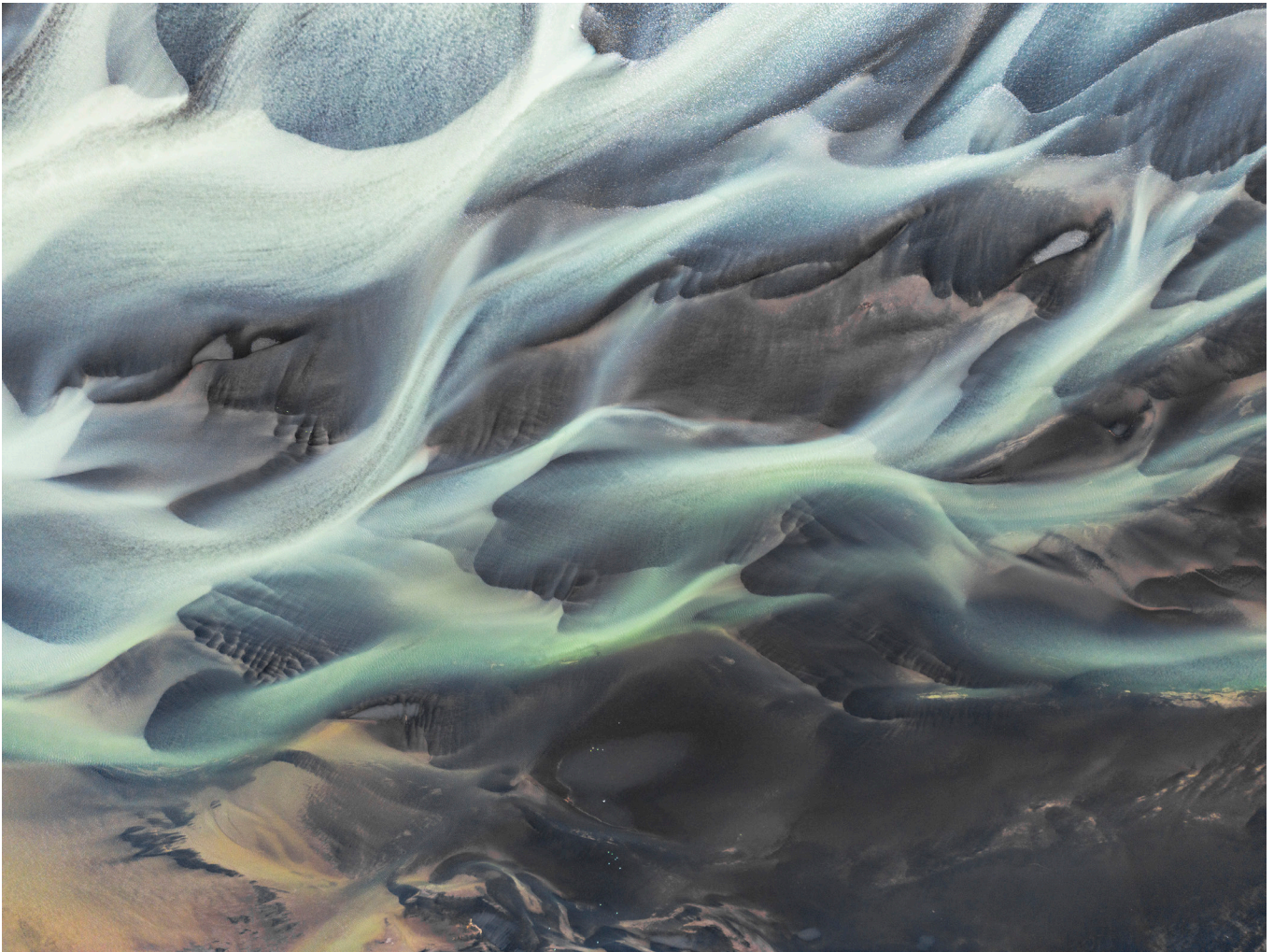
Á undanförunum árum hefur áhugi almennings á náttúrufræðum stórkæmt og sjaldan hefur verið fjallað jafnmikið um náttúrufræði. Vegna Covid19 eru hugtök eins og *hjarðónæmi*, *veirustofnar* og *stökkbreytingar* höfð á hraðbergi. Vegna loftslagsbreytinga er rætt um *kolefnishringrás*, *úrkomuákefð* og *súrnun sjávar* með svipuðum hætti og hvernig best sé að sjóða hangikjöt. Að eldstöðvar á Reykjanesskaga séu byrjaðar að rumska eftir langan svefn er ekki

næg vitneskja, heldur er áhugi á að vita hversu frumstæð kvikan er, hvernig fyrri gos á skaganum hafa hagað sér og hvaða eldstöðvakerfi vakna næst. Almenn virðist fólk hafa skoðun á náttúruvernd, hnignun líffræðilegs fjölbreytileika, nýtingu náttúruauðlinda, fiskeldi, skógrækt, stýringu ferðamanna, dýravelferð, framandi ágengum tegundum og svo má lengi halda áfram að telja.

Fjölmíðlar reyna að svala áhuga almennings og fjalla að einhverju leyti um náttúrufræðileg viðfangsefni, til dæmis með því að taka viðtöl við náttúrufræðinga. Þau skrif eru hins vegar oftast ekki á dýptina því sá tími sem blaðamenn hafa til að vinna efni er yfirleitt stuttur. Þekking fjölmíðlafólks á viðfangsefninu er einnig oft takmörkuð og það er nær óheyrt að blaðamenn á Íslandi vinni sjálfir fréttir um vísindagreinum. Þegar fréttir birtast um slíkar greinar er oft um að ræða þýðingar úr erlendum miðlum, eða þá að haft er samband við íslenskan sérfræðing og hann fenginn til að endursegja það sem í viðkomandi grein stendur.

Hugsanlega skortir að almenningur geti svarað fróðleiksfýsn sinni enn betur með því að lesa sjálfur vísindagreinar. Mikið af útgefnu efni er í opnum aðgangi (meðal annars Náttúrufræðingurinn) en vandinn felst í því að það þarf þjálfun til að lesa vísindagreinar sér til gagns. Við þá þjálfun skiptir sköpum að hafa vísindagreinar á því tungumáli sem manni er tamast. Þótt enskukunnátta Íslendinga sé almennt þökkaleg gerir flókið tæknimál og uppbygging ritrýnda vísindagreina það að verkum að of margir gefast upp á efni í alþjóðlegum fagtímaritum. Rit á borð við Náttúrufræðinginn skipta því miklu máli. Þar er mikið af góðu og vönduðu efni á aðgengilegu máli eftir helstu sérfræðinga landsins, og þar við bætist mikil breidd í umfjöllunarefnum.

Náttúrufræðingurinn er ekki bara vettvangur fyrir íslenskan almenning heldur líka mikilvægur vettvangur fyrir sérfræðinga til að miðla af þekkingu sinni, kynna niðurstöður rannsókna, virkja samtal við almenning og taka þátt í að búa til betra samfélag.



Mynd fyrir ofan: Héraðsvötn. Mynd til hægri: Lón við Virkisjökul og Fjallsjökul. Ljósmynd./Photos: Gyða Henningsdóttir

Í Vísinda- og tæknistefnu 2020–2022 sem forsætisráðuneytið gefur út er klausa sem á vel við í þessu samhengi:

Þegar um er að ræða flóknar samfélagslegar áskoranir getur verið krefjandi verkefni fyrir sérfræðinga að miðla niðurstöðum rannsókna til almennings og stjórnvalda á sama tíma og það er viðurkennt að þekkingin verður aldrei fullkomin eða óyggjandi. Það skiptir miklu að vísindamenn geti og vilji miðla af þekkingu sinni og eiga um hana samtal út fyrir raðir lokaðra hópa sérfræðinga. Aukin þátttaka almennings í slíku samtali getur orðið grundvöllur þess að efla lýðræðislega umræðu um ýmis álitæfni og hvernig móta skuli stefnu sem byggist á bestu fyrirbyggjandi þekkingu en tekur óvissuna jafnframt inn í myndina.

Það er full ástæða til að hvetja íslenska náttúrufræðinga að birta reglulega greinar í Náttúrufræðingnum og taka þannig virkan þátt í að efla vísindalæsi samfélagsins, sem og að upplýsa fróðleikspyrsta náttúrufræðinga framtíðarinnar.

Jafnframt eru kennarar, leiðbeinendur og foreldrar hvattir til nýta sér efni Náttúrufræðingsins, sem nú er aðgengilegt öllum sem áhuga hafa, á prenti og á neti.

**Sveinn Kári Valdimarsson**

An aerial photograph of a river delta, showing a complex network of channels and sandbars. The water is a deep blue-grey, while the sandbars are a light tan color. The overall pattern is highly textured and organic, resembling a tree or a web. The lighting is soft, highlighting the intricate details of the river's flow.

# Mynstur í náttúrunni

*Ljósmyndasería  
í næsta hefti*

† *Arnþór Garðarsson*



# Mývatnsendur

**MÝVATN OG UMHVERFI ÞESS** er einstæðasta náttúruundur Íslands. Þar fara saman landslag, sjaldgæf eldvirkni og auðugt lífríki. Í þessari grein eru teknar saman helstu niðurstöður rannsókna á mývetnskum andarstofnum á þrjátíu ára tímabili, 1975–2005. Niðurstöðurnar hafa birst allvíða, en hér er þeim þjappað saman til þess að kynna þær fyrir breiðum hópi íslenskra áhuga- og fræðimanna. Greinin var rituð árið 2019 til heiðurs dr. Pétri M. Jónassyni, prófessor og brautryðjanda við rannsóknir á Mývatni.



Hrafnstönd – Common Scoter. Ljósmynd: Daníel Bergmann

## INNGANGUR

Samfelldar rannsóknir á andarstofnum Mývatns hafa staðið yfir síðastliðna fjóra áratugi og verður væntanlega fram haldið um nokkurt skeið. Í fyrstu voru rannsóknirnar stundaðar sem hluti af almennum og víðfednum könnunum á vistkerfi Mývatns og Laxár, sem dr. Pétur M. Jónasson var í forsvari fyrir.<sup>1</sup> Fljótlega færðist áherslan yfir á að þróa aðferðir sem gætu nýst til þess að bæta niðurstöðurnar þannig að auðveldara yrði að túlka tölur um afkomu andarstofnanna í samhengi við aðra þætti, bæði í vistkerfi Mývatns sjálfs og utan þess, til dæmis á vetrarstöðvum andanna. Eins og kunnugt er hafa Mývatn og vatnakerfi þess löngum verið eftirsótt til margvíslegra nota, svo sem búskapar, silungsveiða, raforkuframleiðslu, námavinnslu og ferðamennsku. Fram undir 1970 var þó lítil skilningur á því héraendis að þessi not gætu haft

neikvæðar afleiðingar ef ekki væri farið með gát. Trú nýfrjálsrar þjóðar á framfarir og tæknivæðingu var mikil.

Hér er valin sú leið að lýsa mjög almennt vistkerfi Mývatns og breytileika þess í tíma. Síðan er rætt um stofnfræði vatnafugla, einkum anda, og leitað svara við þremur rannsóknarspurningum: 1. Hvernig er árleg viðkoma ákvörðuð? 2. Hvernig er dreif (= útbreiðsla og þéttleiki) anda á varptíma ákvörðuð? 3. Hvernig er stofnstærð anda ákvörðuð á víðari grundvelli (út frá farleið, heildarstofni)?

Mývatn og umhverfi þess er fágætt og í rauninni einstakt fyrirbæri. Þeir sem unnið hafa þar að vistfræðilegum rannsóknum eru oft minntir á þetta af öðrum fræðingum, sem eiga það til að gefa í skyn að stofnferlar og takmarkað þættir á þessum stað kunni að vera öðruvísi en annars staðar. Að nokkru leyti

skýrast undur Mývatns af sjaldgæfum eiginleikum Íslands. Landið er stór og afskekkt úthafseyja sem einkennist af jarðeldum, og lífríkið er að langmestu leyti til komið á síðustu 10 þúsund árum. Afleiðingarnar eru margvíslegar, meðal annars fátækleg landfána. Ýmsa dýrahópa vantar með öllu, svo sem moskítóflugur (*Diptera, Culicidae*), marga vatnafiska, svo sem karpa (*Cyprinidae*), og flest landspendýr, þeirra á meðal stúfur og læmingja (músategundir sem eru grasbítar – *Muridae, Microtinae*) sem eru mikilvægir lídir í vistkerfum nálægra meginlanda. Ísland er eitt af seinustu löndum sem maðurinn (*Homo sapiens*) nemur. Landfuglategundir eru fáar hér á landi en hins vegar eru hér margar tegundir sjófugla, vatnafugla og strandfugla, og einstaklingafjöldi sumra þessara tegunda er mikill.



Vistfræðilegar rannsóknir á svæðinu hafa beinst í margar áttir og þjónað margvíslegum tilgangi. Í fyrsta lagi er vatnið og svæðið allt einstakur staður þar sem vísindamenn hljóta að hrífast af ögrandi spurningum. Í öðru lagi er svæðið auðugt að náttúruauðlindum sem eru bæði breytilegar og í sífellri hættu vegna ásóknar manna. Í þriðja lagi er það svo að eftir því sem tíminn líður og upplýsingar safnast fyrir verður auðveldara að skilja ferla sem eru háðir tímanum, sem einmitt á við um marga villta stofna.

### RANNSÓKNIR OG NÚTÍMAPRÓUN

Enda þótt Mývatn væri þegar á 18. öld þekkt fyrir mýið, silunginn og endurnar, að viðbættum Mývatnseldum, var sveitin fremur afskekkt og lengi nokkuð gamaldags í verkmenningu (1. tafla).

Iðnvæðing á Mývatnssvæðinu hófst á fjórða áratug síðustu aldar með virkjun Laxár til rafmagnsframleiðslu. Fyrsta virkjunin tók til starfa árið 1939, nýjar stíflur fylgdu á eftir og smám saman birtust nýjar og allróttækar hugmyndir frá virkjunarmönnum. Upp úr 1960 hófust harðar deilur um virkjun Laxár og lauk ekki fyrr en 1973 með samkomulagi.<sup>3</sup> Í samkomulaginu fólst meðal annars að Mývatns- og Laxárvæðið skyldi friðlýst með lögum. Grundvöllur var lagður að þekkingu á vistfræði svæðisins með rannsóknum 1971–1974 og birtust niður-

stöður þeirra í tímaritinu *Oikos* 1979.<sup>1</sup> Náttúruvannsóknastöð var stofnuð 1974 og fljótlega hófust frekari rannsóknir. Áhersla var lögð á vöktun lífríkisins og breytileika í tíma og rúmi. Um þetta leyti var unnið að því að Ísland gerðist aðili að sáttmála um vernd votlendis og 1978 voru Mývatn og Laxá færð á alþjóðlega skrá (Ramsar-skrána) um votlend svæði með alþjóðlegt verndargildi.

Á sjöunda áratugnum var ýmislegt fleira að gerast í iðnvæðingaráformum Íslendinga og ekki allt til gæfu. Í ljós kom að botnleðja Mývatns var aðallega samsett úr barnamold (kísilgúr) sem nýtanleg er í síur og aðsogsefni (e. adsorbent) í margs konar framleiðsluvörum. Námagróftur í botni Mývatns hófst árið 1967. Fáeinum árum síðar hrundi andavarp og silungsveiði. Um leið varð breyting á sumarféðu bleikju og kafandar. Mestu munaði að botnkrabbadýrið kornáta (*Eurycercus lamellatus*) sást nú sjaldan í mögum en hafði áður verið ein aðalféðutegundin.<sup>4</sup> Bleikjuveiðin hefur enn ekki náð sér eftir rúm 50 ár og þær andartegundir sem byggja á kornátu (duggönd *Aythya marila*, hrafnstönd *Melanitta nigra* og hávella *Clangula hyemalis*), eru enn frekar fálíðaðar.

Kringum 1990 hugðu kísilnámsmenn á frekari námavinnslu þegar botnsetið var á þrotum í Ytriflóa. Þar höfðu þegar myndast dýpkuð flæmi sem tóku til sín um fimmtung af árlegri setmyndun

Mývatns. Sýnt þótti að námagröftur á Bolum og í Syðriflóa myndi taka til sín enn meira af nýmyndun setsins, eða um 34–64%.<sup>5</sup> Enda þótt dýpkaða svæðið væri enn frekar lítið, aðeins um 10% af flatarmáli Mývatns, var orðið ljóst að nýmyndað set sem rak inn á dýpkuðu svæðin hefði við óbreytt skilyrði verið undirstaða vistkerfis sem nú átti undir högg að sækja. Þannig hafði námugrófturinn mikil áhrif á botnlífið, og í gegnum fæðuvefinn á stofna fiska og fugla.<sup>6</sup> Dýpkunin sem slík hafði einnig bein áhrif á vatnafugla með því að eyðileggja grunnsvæði sem álftrir (*Cygnus cygnus*) og grændur (*Anas spp.*) notuðu. Álftrum sem felldu fjadrir á Mývatni fækkuðu línulega með flatarmáli ódýpkaðra grunnsvæða.<sup>7</sup> Loks leiddi námugrófturinn af sér endurlosun næringarefna þannig að fosfór hafði aukist um 7% og köfnunarefni um 80% í vatninu.<sup>8,9</sup>

Til að gera langa sögu stutta: Enginn vafi leikur nú á því að námagröftur á botni Mývatns minnkar svæðið sem vatnafuglar hafa til fæðuöflunar, og truflar auk þess fæðuvefinn sem byggist á lífrænu nýmynduðu seti. Nýjustu niðurstöður um afleiðingar þessarar athafnasemi á vistkerfi Mývatns má lesa um í tímaritinu *Aquatic Ecology* 2004.<sup>5</sup> Námuvinnslu var hætt árið 2004 en ein ógnin tekur við af annarri. Næst þarf að draga úr hættulegri mengun vatnakerfisins frá ræktun og ferðamennsku.

Hávella – Long-tailed Duck.  
Ljós./Photo: Daníel Bergmann



1. tafla. Skrá um náttúruviðburði í Mývatnssveit og nokkrar heimildir. Skráðir eru þeir viðburðir á síðustu þremur öldum sem eru líklegir áhrifavaldar í vistkerfinu, og helstu almennar heimildir. Að mestu eftir grein höf. frá 2006.<sup>2</sup> – A list, in chronological order, of major events in the Mývatn area and some important references.

Ár Years	Viðburður eða heimild Event or source
1712	Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns. – <i>First land registry.</i>
1724–1729	Mývatnseldar. Hraun frá Kröflueldstöðinni rann í Mývatn. – <i>Eruptions in Krafla. Lava flow reaching the lake.</i>
1746	Gos í Kröflueldstöðinni. – <i>Eruption in Krafla.</i>
1747	Jón Benediktsson ritar fyrstu lýsingu á náttúru Mývatns. – <i>First description of natural history written.</i>
1819	Frederik Faber lýsir fuglafánu Mývatns. – <i>First scientific account of avifauna.</i>
1895	Skúfönd skráð í fyrsta skipti á Mývatni. Hún er nú algengasta öndin þar. – <i>First record of Aythya fuligula at Mývatn – now the most abundant duck species.</i>
1913–1918	Mikill toppur í fjölda eggja hjá hávellu og hrafnstöð. – <i>Peak in egg harvest of Clangula hyemalis and Melanitta nigra.</i>
1922–1924	Hámark silungsaflla í Mývatni, veruleg veiði. – <i>Peak in charr Salvelinus arcticus catch.</i>
1926–1931	Hámark í tekju toppandareggja. – <i>Peak in egg harvest of Mergus serrator.</i>
1930	Fyrsti bílvegurinn (malarvegur) að Mývatni. – <i>First vehicle road reaches Mývatn.</i>
1939	Fyrsta virkjun Laxár. – <i>First hydropower plant on the Laxá.</i>
1950+	Innfluttur minkar komast úr Laxárdal að Mývatni. Varpdreifing anda sem yfirgáfu varphólma breytist hratt. – <i>Introduced American mink spread in area, rapid change in distribution of breeding ducks.</i>
1950+	Silungsveiði á dráttum leggst af. Mikil aukning í netaveiði. – <i>Change in charr catching method from shore seining to gill netting.</i>
1950+	Dregur úr engjaheyskap og áveitum en túnrækt og áburðarnotkun eykst. – <i>Change in haymaking from meadows and irrigated fields to fertilized fields.</i>
1950+	Ferðamennska eykst. – <i>Increase in tourism.</i>
1967	Upphaf námagraftar í botni Mývatns. – <i>Beginning of diatomite extraction by strip-mining the bottom sediment of Lake Mývatn.</i>
1967	Fyrsta gufuaflstöðin við Mývatn. – <i>First geothermal power plant at Mývatn.</i>
1970	Fyrsta skráða hrunið í andar- og silungsstofnum Mývatns. Fleiri hrún fylgdu á eftir, 1976, 1983, 1988 og 1997. – <i>First recorded widespread crash in duck populations and the charr fishery, followed by several repeated crashes.</i>
1971–1974	Grundvöllur lagður að vatnafræðirannsóknunum á Mývatni. <sup>1</sup> – <i>Basic limnology studies.</i>
1974	Mývatnssveit og Laxá friðlýst með lögum, Náttúruvannsóknastöðin við Mývatn stofnuð, upphaf vöktunar. – <i>Mývatn region protected by law, research station established, beginning of monitoring the biota.</i>
1975–1984	Kröflueldar. – <i>Eruptions in Krafla.</i>
1978	Mývatn og Laxá sett á Ramsarskrána um votlendi með alþjóðlegt verndargildi. – <i>The Mývatn-Laxá region becomes Iceland's first Ramsar wetland of international importance.</i>
1984	Birt fyrsta rannsóknarskýrslan með þeim niðurstöðum að breyttur setburður vegna námavinnslu úr botni skaði vistkerfi Mývatns. – <i>First published report suggesting that change in sediment transport caused by strip-mining was harming the Mývatn ecosystem.</i>
2004	Lok kísilgúrvinnslu. – <i>Diatomite extraction ended.</i>





Flórgoði – Horned Grebe. Ljósmynd / Photo: Daníel Bergmann

### LÝSING ATHUGUNARSVÆÐIS

Mývatn (65°40'N, 17°00'W) er grunnt og næringarríkt stöðuvatn í Suður-Þingeyjarsýslu, í 278 m h. y. sjó, og á sér afrennsli í Laxá. Mývatnssveit er nærri efri byggðarmörkum. Meðalhiti hvers mánaðar er á milli 10°C (júlí) og -4°C (febrúar) og ársúrkomma um 400 mm. Ýtarlegar lýsingar á vistkerfinu má finna víða í ritum.<sup>1,5,10,11</sup> Uppruni vatnsins er að mestu lindarvatn af um 1.400 km<sup>2</sup> eldbrunnu svæði. Stöðugt yfirborðsvatn á vatnasviðinu er tæplega 50 km<sup>2</sup>. Þar af er Mývatn sjálft 37 km<sup>2</sup> en önnur stöðuvötn og tjarnir um 9 km<sup>2</sup>. Nedan við um 2,5 m dýpi hefur botn Mývatns á síðustu öldum lengst af verið þakinn teppi af grænþörungum af ættbálkinum Cladophorales. Það hvarf að mestu upp úr aldamótunum 2000. Á grunnslóð Mývatns og í smærri vötnum eru háplöntur hins vegar ríkjandi, einkum

nykrur (*Potamogeton* spp.) og marar (*Myriophyllum* spp.). Vatnagróðurinn er mikilvægt fóður andfugla, og grænþörungateppið er sérlega mikilvægt sem beður fyrir mýlirfur og krabbadýr, ekki síst kornátu, en þessar tegundir eru grundvallarfæða anda og fiska. Ífanan sem myndar yfirborðslag botnsetsins er langmest mýflugulirfur af tegundinni *Tanytarsus gracilentus*, sem gera sér pípur úr silkibundnum setögnum og lifa á því að sleikja lífrænar leifar og örverur af yfirborðinu. Starfsemi þessara mýlirfna er einn aðalstjórnþátturinn í fæðuvef vatnasviðsins. Eins og annars staðar í íslenskum vötnum eru fisktegundir fáar, hornsíli (*Gasterosteus aculeatus*), bleikja (*Salvelinus alpinus*, nokkur afbrigði) og urriði (*Salmo trutta*), og í nedri hluta Laxár lax (*Salmo salar*). Að meðaltali verpa 10–15 þúsund pör vatnafugla af um 20 tegundum,

mest kafendur, á Mývatnssvæðinu (2. tafla). Algengustu tegundirnar eru skúfönd (*Aythya fuligula*), meðalþéttleiki 182 fuglar á km<sup>2</sup>, og duggönd, 103 á km<sup>2</sup>. Helstu tegundir aðrar eru flórgoði (*Podiceps auritus*), álft, rauðhöfðaönd (*Mareca penelope*), gargönd (litla gráönd, *Mareca strepera*), hrafnönd (*Melanitta nigra*), hávella (*Clangula hyemalis*), húönd (*Bucephala islandica*) og toppönd (*Mergus serrator*). Auk þessa er á Laxá mesta þéttbyli straumandar (*Histrionicus histrionicus*) sem um getur. Mývatn og Laxá eru einnig mikilvægar vetrarstöðvar andfugla, einkum húsandar, stökkandar (*Anas platyrhynchos*), gulandar (*Mergus merganser*) og álftar, því að auðar vakir eru bæði í kringum lindirnar, við útfallið og á Laxá. Athyglisvert er að þéttleiki anda á þessum vetrarvökum er svipaður og á öllu vatnakerfinu að sumri til.



Skúfönd – Tufted Duck. Ljósmynd./Photo: Daníel Bergmann

Í efsta hluta Laxár er gríðarmikil framleiðsla bitmýs (*Simulium vittatum*). Lirfur bitmýsins sitja á grjótinu og sía vatnið sem rennur úr Mývatni þrungið lífrænum ögnum og örverum. Framleiðsla árinna er að mestu háð atburðum í Mývatni og er hún langmest við upptökin þar sem bitmýið nær að klekja tveimur göngum á hverju ári, í maí-júní og í ágúst. Í neðri hluta árinna er minni framleiðsla og aðeins ein árleg bitmýsganga. Bitmýið er undirstöðufæða tveggja andartegunda, straumandar og húsandar, auk urriða.<sup>12</sup> Helstu tengsl fæðuvefjarins í vatnakerfi Mývatns og Laxár eru sýnd á 1. mynd.

#### Tíminn og vatnið

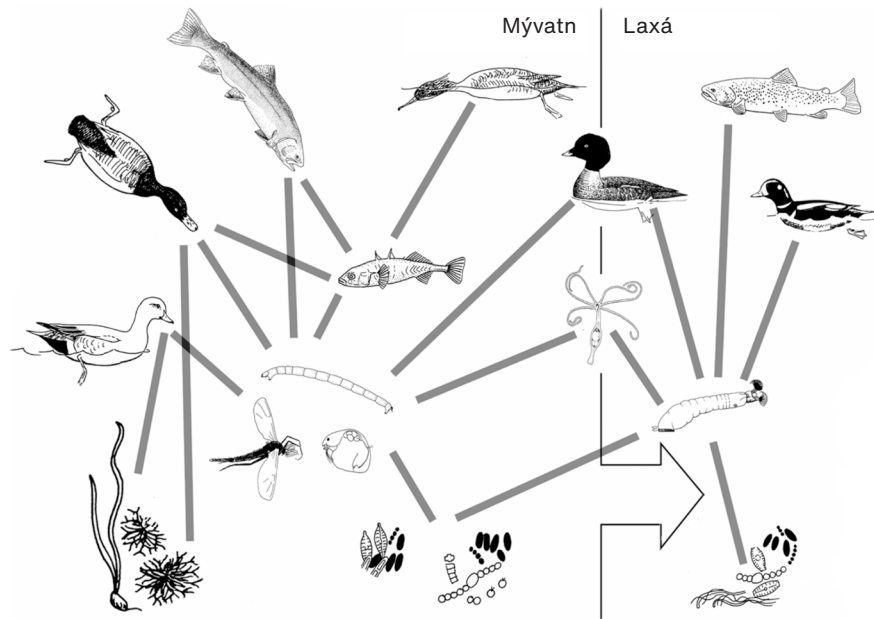
Eins og það lítur út nú á tímum er Mývatn ungt stöðuvatn, aðeins um 2.300 ára gamalt. Borkjarnar úr botnseti vatnsins hafa leitt margt í ljós um sögu þess og tengsl loftslagsbreytinga og annarra víðtækra atburða við lífríki þess.<sup>13-15</sup> Kjarnarnir sýna langtímabreytingar og leitni sem kalla má þúsaldar-tímakvarða. Á þessum kvarða er auðsætt að vatnið hefur verið að grynna og að sú leitni hefur orsakað undanhald djúptegunda, til dæmis slæðumýsins (*Tanytarsus gracilentus*) og sviftegunda

á borð við vatnaflóna (*Daphnia longispina*). Setlagarannsóknirnar sýna einnig langtímabreytingar á magni botnlægra grænþörunga og tengdra dýrategunda, svo sem kornátu og mýteggundarinnar *Psectrocladius barbimanus*. Sumt af þessum hægfara breytingum kann að tengjast breytilegri eldvirkni og aðstreymi næringarefna í lindarvatninu.<sup>15</sup>

Stofnbreytingar á síðari tímum má stundum marka af frásögnum og skýrslum náttúraskoðenda og af veiðitölum eða skráum um aðrar nytjar. Tímakvarðinn slagar þá oft upp í öld. Í Mývatnssveit á þetta einkum við um silungsveiði og eggjatekju. Tölurnar gefa yfirleitt fremur takmarkaðar upplýsingar um tegundir (til dæmis er silungsveiði ekki bara bleikjuveiði) og enn minni um hugsanleg orsakatengsl. Samt geta slíkar tölur tengt nýjar og nákvæmari upplýsingar við lengri syrpur og bætt túlkunina. Hér skal þess og getið að miklar stofnbreytingar verða stundum án þess að náðst hafi að skrá þær eða mæla með markvissum hætti. Þannig virðist síðasta varp hafarnar (*Haliaeetus albicilla*) í Mývatnssveit hafa verið skömmu fyrir árið 1900.<sup>16</sup> Séra Árni Jónsson á Skútustöðum skráði fyrstu skúföndina í Mývatnssveit

árið 1895. Sú tegund er nú algengust af öndum þar um slóðir og var orðin algengari en duggönd upp úr 1970. Þess má og geta að óðinshana (*Phalaropus lobatus*) fækkaði gríðarlega í Mývatnssveit einhvern tíma á milli árunna 1952 og 1975. Þessi fækkun var augljós kunnugum en aldrei skráð.

Um 1940 safnaði Finnur Guðmundsson saman gögnum um silungsveiði og eggjatekju í Mývatnssveit. Löngu síðar var unnið úr þessum gögnum og niðurstöðurnar reyndust sýna áhugaverðar og áður óþekktar sveiflur.<sup>17</sup> Einna eftirtektarverðast er að mikill vöxtur virtist fara í gegnum marga stofna í röð. Á fyrstu árum 20. aldar var stofn húsandar í miklum blóma. Eftir fylgdu hrafnsönd og hávella um 1915–1916. Hámark í silungsveiði var svo um 1922–1924 og var aflinn verulegur. Að lokum kom hámark í varpi toppandar (sem er sérhæfð hornsílaæta) á tímabilinu 1922–1924. Rannsóknir á fæðu tegundanna sem um ræðir benda til þess að þessi mikla sveifla hafi tengst stofnum mismunandi botndýra. Virðist afar líklegt að magn kornátu hafi valdið uppgangi hrafnsandar og hávelli, og fjölgun smærri krabbadýra hafi valdið fjölgun hornsíla, sem síðan hafi valdið aukningu



1. mynd. Einfaldaður fæðuvefur Mývatns og Laxár, þar sem lögð er áhersla á endur og fæðuuppsprettu þeirra á vatnsbotninum. – A simplified food web of Lake Mývatn and the river Laxá with particular reference to ducks and their benthic food base.

toppandar.<sup>4,18</sup> Gráendur (*Anas* og *Mareca* spp.), skúfönd og duggönd virðast ekki hafa tekið þátt í þessari sveiflu og rímar það við þá hugmynd að afkoma þessara tegunda stjórnist af magni rykmýs.<sup>18</sup> Þess má og geta að metár í töku duggandareggja (skúfönd og duggönd voru ekki aðgreindar) var 1942. Það ár töldu Mývetningar að rykmý hefði verið óvenju mikið og er því til stuðnings sagt að um sumarið hafi ungir menn á Grímsstöðum rennt sér á skíðum á mýinu.

Segja má að stofnsveiflur á mælikvarðanum 100 ár sé erfitt að kanna nema eftir á, og erfitt hlýtur jafnan að vera að sannreyna tilgátur um atburðarás á svo löngum tíma. Hingað til hafa menn látið nægja að setja fram líklegar staðhæfingar. Til dæmis virðist sennilegt að bleikja og tilteknar andartegundir séu mjög háðar grænþörungateppinu sem lengi þakti botn Syðriflóa, svo og dýralífi. Hægt er að áætla þekju grænþörunganna bæði af sýnum af staðnum og af loftmyndum. Gögn frá 1939, 1963 og 1979 sýna að þörungateppið rýrnaði um nær helming á tímabilinu 1963 til 1979.<sup>5</sup> Eftir það hefur enn orðið rýrnun og síðustu fréttir herma að þessi undirstaða lífríkisins sé nær horfin.

Fuglalífið við Mývatn vakti snemma athygli og athuganir jukust verulega upp úr miðri 20. öld.<sup>10,19</sup> Reglubundin vöktun margra fuglastofna í Mývatnsveit hófst árið 1975. Markmið vöktunarinnar var að safna nokkrum árlegum grundvallartölum fyrir eins margar tegundir og mögulegt var, og var áhersla lögð á tegundir sem voru annaðhvort algengar eða auðtaldar eða hvort tveggja. Byrjað var á vatnafuglum og hefur árlega verið safnað tölum um 21 tegund þeirra (18 andfugla, 2 brúsa og flór-göða). Augljóst forgangsverkefni var að vakta fæðutegundir sem eru undirstaða fuglastofna, og voru mýflugurnar fyrstar á dagskrá. Sérstök flugugildra var þróuð. Komust þær í gagn árið 1977<sup>20</sup> og hafa flugugildir staðið við Mývatn og Laxá í á sumrin, frá maí til september, á hverju ári upp frá því.<sup>21</sup> Gildirnar gefa svipaða vísitölu um ástand mýstofna og botnsýni, en öflun hinna síðarnefndu er hins vegar mjög kostnaðarsöm. Einkum er athyglisvert að stofnbreytingar ríkjandi mýflugutegundar, *Tanytarsus gracilentus*, reynast háðar fæðutakmörkum<sup>22,23</sup> en stofnsveiflurnar hafa einnig áhrif á afkomu annarra botndýra.<sup>24,25</sup> Ungar flestra andartegunda byggja á rykmýi sem fæðu. Botnlæg smákrabbadýr,

einkum kornáta, eru einnig mikilvæg og hefur verið fylgst með þeim með sérhönnuðum krabbadýragildrum á hverju ári frá 1990.<sup>24</sup>

## SPURNINGAR UM TAKMÖRKUN STOFNA

Fræðin um takmörk dýrastofna eru viðtæk og miðlæg í vistfræðinni.<sup>26–29</sup> Rannsóknir á þessu sviði snúast yfirleitt um stærð æxlunarstofna og viðkomu, og um breytileika þessara stærða milli ára. Oft eru rannsakadír æxlunarstofnar aðeins brot af stærri heildarstofnum (e. metapopulations).<sup>30</sup> Þetta á sérstaklega við um stofna farfugla, en aðeins í fáeinum tilvikum hefur verið sýnt fram á að stofntakmörk eigi sér stað á kvarða sem nær til heildarstofnsins. Þó hefur tekist að sýna fram á tengsl úrkomu (sem stjórnar útbreiðslu vatnasvæða á gresjum) og heildarstofnstærðar anda og kolhænu (*Fulica americana*) á gresjum Norður-Ameríku.<sup>31,32</sup>

Mývatn er fremur afskekkt og einangrað svæði þar sem mikið er af vatnafuglum. Vatnalífið er vel þekkt og þar hefur nú verið fylgst lengi með lífríkinu. Í samanburði við önnur rannsóknarsvæði eru hér hlutfallslega stórir hlutar af heildarstofnum allmargra



Toppönd – Red-breasted Merganser. Ljósmerganser. /Photo: Daníel Bergmann

tegunda. Óvenjugott tækifæri gefst þess vegna við Mývatn til að prófa almennar tilgátur um takmörk stofna. Til þess að gera langa sögu stutta má taka þetta efni saman sem svör við þremur spurningum sem hér verða ræddar í röð, og byrjað á hinni einföldustu.

### 1. Hvernig stjórnast viðkoman?

Endur verpa tiltölulega mörgum eggjum, nokkuð misjafnlega eftir tegundum, en oft eru 6–14 egg í urpt. Afföll andarunga virðast vera mest á fyrstu eða annarri viku ævinnar.<sup>33</sup> Yfirleitt er framboð af næringarríkri fæðu, oftast vatnaliðdýrum, talið mjög mikilvægt,<sup>34</sup> enda þótt sýnileg og nærtæk orsök dauðsfalls sé oftast afrán eða veður.<sup>35</sup> Í rannsóknunum við Mývatn var ekki reynt að fylgja æxlunarárangri eftir stig af stigi, svo sem með því að fylgja eftir hreiðrum og unghópum. Þess í stað var notast við eina könnun þegar ungarnir voru 2–4 vikna gamlir (sjá ýtarlegar aðferðalýsingar í greinum frá 1979 og 1994<sup>4,18</sup>).

Ungaframleiðsla allra andartegunda á Mývatni reyndist vera í nánu sambandi við stofna vatnaskordýra.<sup>18,25,36</sup> Best var samsvörunin við rykmý hjá rauðhöfða og skúfönd. Fylgni var heldur minni hjá duggönd og hrafnsönd, hugsanlega

vegna þess að þessar tegundir éta meira af kornáttu. Húsandarungar fylgdu rykmýinu á Mývatni, en á Laxá sýndu þeir fylgni, veika en marktæka við bitmýið. Fjöldi straumandarunga sem upp komst á Laxá fylgdi magni bitmýs.<sup>25</sup>

Veðurfar virðist ekki hafa haft veruleg bein áhrif á ungaframleiðslu nema eitt ár, 1992. Áhrif fæðu fremur en veðurs voru yfirgnæfandi og sáust best á því að árleg ungaframleiðsla á Mývatni og Laxá var ekki í takt.<sup>25,39</sup>

### 2. Hvað stjórnar dreifingu verpanði anda?

Staðbundinn þéttleiki fugla er fall af þeim heildarfjölda sem er til reiðu til að dreifa sér í landinu. Það einkenni búsvæðabletta sem mestu skiptir er framboð gæða (venjulega fæðu, skjóls eða hreiðurstæða) og að þar séu ekki rándýr eða annars konar truflun. Flestar andartegundir verpa við fersk vötn eða votlendi sem mynda búsvæðabletti í samfellu svæðis sem ekki hentar til búsetu. Flestar eru þær farfuglar að nokkru eða öllu leyti. Varpstofnar þeirra mætast oft utan varptíma og mynda farleiðarstofna eða heildarstofna. Endurnar parast á vetrarstöðvunum þar sem fuglar frá fjarlægum varpstöðvum geta

hist. Gagnstætt flestum öðrum fugla- tegundum er það yfirleitt kvenfuglinn sem er áttthagatryggur (sem þýðir að kvenfuglinn ræður för parsins til varpstöðvanna og steggurinn fylgir).<sup>37,38</sup> Varpstofnar anda eru ekki sjálfstæðir og óháðir hver öðrum og má því búast við að hefð (einkum áttthagatryggð), minningar og atferlisleg tjáskipti hafi mikil áhrif þegar haldið skal heim af vetrarstöðvunum. Þéttleiki anda á varpstað og breytingar á honum ákvarðast ef til vill meira af aðflutningi og brottflutningi en af fæðingar- og dánartíðni.

Niðurstöður úr vöktun andarstofna við Mývatn gefa til kynna að breytingar á varpþéttleika flestra andartegunda sem eru farfuglar ákvarðast af framboði fæðu á varpstöðvum árið sem endurnar hverfa þaðan. Einfaldast er að hugsa sér að fæðuframboðið hafi bein áhrif á líkamshreysti (fremur en varpafkomu) en einnig kann þetta að gerast með atferlisbreytingu. Fullorðnar kafendur sýna jákvæða svörun árið eftir góðæri en ungfuglarnir skila sér ekki aftur fyrir en eftir tvö til þrjú ár, þegar þeir hafa náð kynþroska.<sup>18,25</sup> Skemmtilegasta dæmið er þó rauðhöfðaöndin. Ársgamla rauðhöfðasteggi má greina frá þeim eldri á vængmynstri. Árið eftir góð ár á Mý-



Húsönd – Barrow's Goldeneye. Ljósmynd./Photo: Jóhann Óli Hilmarsson

vatni er endurkomutíðni fullorðinna fugla hærrí en endranær. Þannig fjölga hraðar í sveitinni í góðum mýrum og endurnar geta nýtt betur breytileg átuskilyrði.<sup>36</sup>

Húsöndin er amerísk tegund. Tilvist hennar á Íslandi og stöðugleiki íslenska stofnsins skýrist að mestu af hagstæðum lífsskilyrðum á lindarvötnunum á eldvirka beltinu. Þéttleiki staðfuglsins húsandar á Mývatni, og efstu kvíslum Laxár hverju sinni, lagast að framboði rykmýs og bitmýs á hvorum stað fyrir sig.<sup>39</sup> Mýframleiðsla vatnsins og árinna stendur yfirleitt í öfugu hlutfalli innbyrðis og á því byggist stöðugleiki húsandarstofnsins. Árið 1989 brást mýið á báðum búsvæðunum og fækkaði húsönd þá mikið. Þegar stærð varpstofns nálgast stærð heildarstofns má búast við meiri áhrifum frá lífsskilyrðum utan varptíma.

Önnur vestræn tegund á Íslandi er straumönd. Hún nýtir frjósamar bergvatnsár til varps og uppeldis unga en brimasamar klettóttar sjávarstrendur utan varptíma. Kringum 5% íslenskra straumanda byggja viðkomu sína á Laxá í Þingeyjarsýslu og viðkoman þar sýnir marktæka fylgni við magn bitmýs í ánni. Hins vegar er fjöldi fullorðinna straum-

anda á Laxá ekki í augljósu samræmi við bitmýið og er einna líklegast að breytileg fæðuframléiðsla í öðrum straumvatnskerfum eða á vetrarstöðvunum við ströndina valdi því. Menn hafa einnig velt fyrir sér áhrifum minks í þessu sambandi, en þau eru líklega ekki mikil.<sup>39</sup>

Feikilegar sveiflur í mýflugustofnum einkenna Mývatnssveit og ráða viðkomu (ungaframleiðslu) rauðhöfðaandar, skúfandar og margra annarra tegunda. Í miklum mýrum er Mývatn sennilega uppspretta þessara andarstofna (í merkingu Pulliams<sup>40</sup>) og þeir breiðast þá út til annarra nálæggra varpstöðva, allt frá Skagafirði austur í Öxarfjörð. Ekki er þó víst að viðkoman sé eins mikil og við Mývatn, og þegar brottflutnings frá Mývatni nýtur ekki við hrakar stofnunum á þessum stöðum. Staðbundnu stofnarnir standa ekki undir nauðsynlegri viðkomu til að viðhalda sér. Þéttleiki andavarpis við Mývatn byggist sem sagt bæði á fæðumagni fyrra árs og yfirstandandi árs, en einnig á flæði farfugla inn á svæðið að vorinu (sem er svörun við fæðuframboði). Hliðstæðar rannsóknir á dreifðu og minnkandi varpi rauðhöfðaandar í Finnlandi á árunum 1985–2001<sup>41</sup> sýndu enga samsvörun í ungaframleiðslu við breytilegan en

minnkandi þéttleika, öfugt við niðurstöður frá Mývatni. Virðist einfaldast að túlka þetta þannig að framboð á gæðafæðu þar um slóðir hafi verið ónógt og endurnar því ekki þess umkomnar að svara breytingunum.

### 3. Hvernig takmarkast stærð farstofna (heildarstofna) anda?

Flestar Mývatnsendur eru farfuglar og dveljast veturlangt á vesturhluta meginlands Evrópu, fjarri heimaslóð. Þar eru þær innan um endur sem ættaðar eru úr öðrum hlutum Norður-Evrópu og Norðvestur-Asíu. Á vetrarstöðvunum í Vestur-Evrópu eru íslenskar endur yfirleitt í minnihluta. Því er erfitt að greina hvort fjöldabreytingar hér stafa af breytingum á vetrarstöðvunum eða varpstöðvum annarra anda en íslenskra. Nokkrar andartegundir, húsönd, straumönd og stökkönd, eru taldar vera staðfuglar hér á landi og hjá þeim öllum gæti reynst auðveldara að finna grundvöll stofntakmarka en hjá fartegundunum. Einkum virðist húsöndin vera álitleg. Um 90% stofnsins á sér vetrarstöðvar á Mývatni og Laxá<sup>42</sup> og flest bendir til að fæðan í vökunum takmarki stærð heildarstofnsins að vetrinum.

**LOKAORÐ**

Hér verður reynt að skerpa túlkun rannsóknarniðurstaðnanna um Mývatnsendur. Æskilegt er að bera þessar niðurstöður saman við aðrar athuganir, þar sem það er hægt, og taka um leið mið af framförum í almennri vistfræðilegri kenningu.

Þrjár hliðar rannsókna eru sérlega áhugaverðar.

1) Spurningin um takmörk varpstofna og viðkomu hjá syrpu af skyldum tegundum sem eru ólíkar í dreifiatferli, ferðaháttum og öðrum lifnaðarháttum. Fæðuskilyrði hafa sterk áhrif á ungaframleiðslu, fullorðnir varpfuglar svara framboði næringarríkrar fæðu með því að dreifa sér í samræmi við dreifingu fæðunnar, og fjöldi unga sem kemst á legg fer eftir framboði fæðunnar. Varpfuglarnir svara breyti-

legum fæðuskilyrðum með dreifiatferli að vorinu, og bein svörun vegna góðrar afkomu unga reynist fyrirferðarminni. 2) Búsvæði andanna í Mývatnssveit er mjög frábrugðið öðrum varpstöðvum þar sem andarstofnar hafa verið rannsakaðir. Sveiflukenndir ferlar í einu hlutfallslega stóru vatni (Mývatni) stjórna bæði fæðunni og andarstofnunum og hafa áhrif á hve margir fuglar koma á önnur stöðuvötn. Þessir sömu ferlar stjórna einnig þeirri næringu sem berst til Laxár og þar með afkomu anda og urriða í ánni. Við þetta bætist að vatnakerfið er einangrað og einstætt. Stærðarskalinn er því mjög ólíkur því sem gerist á öðrum stöðum þar sem vötn og votlendi eru smærri og fleiri og dreifð yfir stór landflæmi. Þar er hægt að búast við meiri fjölbreytileika og minni áhrifum einstakra vatnakerfa á farstofna. 3) Breytileg gæði varpstaðarins, einkum breytilegt framboð næringarríkrar fæðu,<sup>43</sup>

virðist stýra bæði þéttleika og viðkomu á varpstöðvunum. Þó má færa rök fyrir því að heildarstofninn (farleiðarstofninn) skuli fremur hafður til viðmiðunar þegar spurt er hvað stjórni þéttleika í stofnum þegar til lengdar lætur.<sup>44</sup> Sé gengið út frá farleiðarstofninum má gera ráð fyrir því að hann takmarkist bæði af skilyrðum á mörgum varpstöðvum og einnig af öðrum stöðum sem stofninn nýtir. Ef eingöngu er spurt um staka varpstaði innan útbreiðslusvæðis heildarstofns verður að gera ráð fyrir að lífsskilyrði á hverjum stað takmarki þéttleikann.

Spurningin um það hvar á útbreiðslusvæðinu þéttleiki farstofna takmarkist var töluvert til umræðu í upphafi þessarar rannsóknar upp úr 1970. Sumum, ekki síst þeim sem töldu sig eiga hagsmunu að gæta við iðnvæðingu Mývatnssveitar eða trúðu á blessun hennar, fannst að lélegt gengi silungsveiða og



Rauðhöfðaönd – Eurasian Wigeon. Ljósmynd./Photo: Daníel Bergmann



Óðinshani – Red-necked Phalarope.  
Ljósmynd./Photo: Jóhann Óli Hilmarsson



andarstofna á Mývatni gæti allt eins átt sér utanaðkomandi orsakir. Voru þá meðal annars tíndar til landskemmdir á vetrarstöðvum, of mikið veiðiálag og breytingar á vatnafari vegna loftslagsbreytinga. Nú, næstum hálfri öld síðar, er orðið alveg ljóst að kísilgúrnám í Mývatni olli stórkostlegum skemmdum á vistkerfinu og um leið mikilli fækkun í stofnum anda og bleikju í vatninu. Námugreftri var hætt 2004, en setmyndun í vatninu er það hægt að þá getur tekið áratugi og jafnvel aldir fyrir vistkerfið að ná sér aftur.

## ABSTRACT

### *The ducks of Mývatn*

Studies of temporal processes at Lake Mývatn, Iceland, on three scales, millennial, centennial and decadal, are reviewed and a summary is presented of the main results of waterfowl population monitoring studies conducted during the period 1975–2005. The char-

acteristics of shallow, subarctic Lake Mývatn and its volcanic environment, are outlined, as well as recent conflicts between development and conservation. Mining of the bottom sediment of Lake Mývatn has been a major agent causing habitat destruction and damage to the food web. Population limitation of waterbirds at Mývatn is discussed, as three research questions and emerging answers: (1) How is reproductive output determined? All species studied showed positive correlations of production of young with levels of aquatic insects, catastrophic weather was rarely important. (2) How is the dispersion of breeding ducks determined? Densities of migratory species are determined mainly by resource levels on the breeding ground in the year before they return to the breeding area; a year-round resident species, *Bucephala islandica*, adjusts its density to the current availability of insect food in each of two main habitats

used. (3) How are flyway populations of ducks determined? For most species, there is not enough information on total numbers and the state of the habitat on a flyway scale. In *B. islandica*, there are indications that the total population is limited by resources in winter. The Mývatn study area is dominated by a single, shallow and eutrophic lake and for many waterbird species the area seems to form a single functional unit. This leads to significant correlations when comparing demography with environmental conditions, such as food resources.

*The paper is dedicated to the pioneering work of Dr. Pétur M. Jónasson at Mývatn.*

Straumönd – Harlequin Duck.  
Ljósmynd./Photo: Daníel Bergmann



## HEIMILDIR

1. Pétur M. Jónsson (ritstj.) 1979. Ecology of eutrophic subarctic Lake Mývatn and the River Laxá. *Oikos* 32. 1–308.
2. Arnþór Garðarsson 2006. Temporal processes and duck populations: Examples from Mývatn. *Hydrobiologia* 567. 89–100.
3. Haraldur Ólafsson 1981. A true environmental parable: The Laxá–Mývatn conflict in Iceland 1965–1973. *Environmental History Review* 5. 2–38.
4. Arnþór Garðarsson 1979. Waterfowl populations of Lake Mývatn and recent changes in numbers and food habits. *Oikos* 32. 250–270.
5. Árni Einarsson, Gerður Stefánsdóttir, Helgi Jóhannesson, Jón S. Ólafsson, Gísli Már Gíslason, Wakana, I., Guðni Guðbergsson & Arnþór Garðarsson 2004. The ecology of Lake Mývatn and River Laxá: Variation in space and time. *Aquatic Ecology* 38. 217–348.
6. Snorri Páll Kjaran, Holm, S.L. & Myer, E.M. 2004. Lake circulation and sediment transport in Lake Mývatn. *Aquatic Ecology* 38. 145–162.
7. Arnþór Garðarsson, Árni Einarsson & Sverrir Thorstensen 2002. Long-term trends in the number of Whooper Swans molting at Lake Myvatn, Iceland, 1974–2000. *Waterbirds* 25. 49–52.
8. Jón Ólafsson 1979. The chemistry of Lake Mývatn and River Laxá. *Oikos* 32. 82–112.
9. Jón Ólafsson 1991. Undirstöður lífríkis í Mývatni, Bls. 140–165 í: Náttúra Mývatns (ritstj. Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík.
10. Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson (ritstj.) 1991. Náttúra Mývatns. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík. 372 bls.
11. Gísli Már Gíslason 1994. River management in cold regions: A case study of the River Laxa, north Iceland. Bls. 464–483 í: *The Rivers Handbook 2* (ritstj. P. Calow & G.R. Petts). Blackwell, Oxford.
12. Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson, Gísli Már Gíslason & Guðni Guðbergsson 2006. Populations of ducks and trout on the River Laxa, Iceland, in relation to variation in food resources. *Hydrobiologia* 567. 183–194.
13. Árni Einarsson 1982. The palaeolimnology of Lake Mývatn, northern Iceland. Plants and animal microfossils in the sediment. *Freshwater Biology* 12. 63–82.
14. Árni Einarsson & Hafliði Hafliðason 1988. Predictive palaeolimnology: Effects of sediment dredging in Lake Myvatn, Iceland. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 23. 860–869.
15. Árni Einarsson, Hlynur Óskarsson & Hafliði Hafliðason 1993. Stratigraphy of fossil pigments and Cladophora and its relationship with tephra deposition in Lake Mývatn, Iceland. *Journal of Paleolimnology* 8. 15–26.
16. Nielsen, P. 1921. Havörnens (*Haliaeetus albicilla*) Udbredelse paa Island i de sidste 30 aar. *Dansk ornitologisk forenings tidsskrift* 15. 69–83.
17. Finnur Guðmundsson 1979. The past status and exploitation of the Mývatn waterfowl populations. *Oikos* 32. 232–249.
18. Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson 1994. Responses of breeding duck populations to changes in food supply. *Hydrobiologia* 279/280. 15–27.
19. Bengtson, S.-A. 1972. Reproduction and fluctuations in the size of duck populations at Lake Mývatn, Iceland. *Oikos* 23. 35–58.
20. Erlendur Jónsson, Arnþór Garðarsson & Gísli Már Gíslason 1986. A new window trap used in the assessment of the flight periods of Chironomidae and Simuliidae (Diptera). *Freshwater Biology* 16. 711–719.
21. Arnþór Garðarsson, Árni Einarsson, Erlendur Jónsson, Gísli Már Gíslason, Þóra Hrafnisdóttir, Haraldur Rafn Ingvason & Jón S. Ólafsson 2004. Population fluctuations of chironomid and simuliid Diptera at Mývatn in 1977–1996. *Aquatic Ecology* 38. 209–217.
22. Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson, Gísli Már Gíslason & Ives, A.R. 2002. Consumer-resource interactions and cyclic dynamics of *Tanytarsus gracilentus* (Diptera, Chironomidae). *Journal of Animal Ecology* 71. 832–845.
23. Ives, A.R., Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson & Jansen, V.A.A. 2008. High-amplitude fluctuations and alternative dynamic states of midge in Lake Myvatn. *Nature* 452. 84–87.
24. Árni Einarsson & Erla Björk Örnólfsdóttir 2004. Long-term changes in benthic Cladocera in Lake Mývatn, Iceland. *Aquatic Ecology* 38. 253–262.
25. Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson 2004. Resource limitation of diving ducks at Lake Mývatn: Food limits production. *Aquatic Ecology* 38. 285–295.
26. Nicholson, A.J. 1933. The balance of animal populations. *Journal of Animal Ecology* 2. 132–178.
27. Lack, D. 1954. The natural regulation of animals numbers. Clarendon Press, Oxford. 343 bls.
28. Lack, D. 1966. Population studies of birds. Clarendon Press, New York. 341 bls.
29. Newton, I. 1998. Population limitation in birds. Academic Press, Cambridge (Bandar.). 597 bls.
30. Gilpin, M.P. & Hanski, I.A. (ritstj.). 1991. Metapopulation dynamics. Empirical and theoretic investigations. Academic Press, Cambridge (Bandar.). 340 bls.
31. Boyd, H. 1981. Prairie dabbling ducks, 1941–1990. Canadian Wildlife Service Progress Notes 119. 1–9.
32. Alisauskas, R.T. & Arnold, T.W. 1994. American Coot. Bls. 127–143 í: Migratory shore and upland game bird management in North America (ritstj. T.C. Tacha & C.E. Braun). International Association of Fish and Wildlife Agencies, Minneapolis.
33. Sargeant, A.B. & Raveling, D.G. 1992. Mortality during the breeding season. Bls. 396–422 í: Ecology and management of breeding waterfowl (ritstj. B.D.J. Bratt, M.G. Anderson & A.D. Afton). University of Minnesota Press, Minneapolis.
34. Martin, T.E. 1987. Food as a limit on breeding birds: A life history perspective. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 18. 453–487.
35. Johnson, D.H., Nichols, J.D. & Schwartz, M.D. 1992. Population dynamics of breeding waterfowl. Bls. 446–485 í: Ecology and management of breeding waterfowl (ritstj. B.D.J. Bratt, M.G. Anderson & A.D. Afton). University of Minnesota Press, Minneapolis.
36. Arnþór Garðarsson & Árni Einarsson 1997. Numbers and production of Eurasian wigeon in relation to conditions in a breeding area, Lake Mývatn, Iceland. *Journal of Animal Ecology* 66. 439–451.
37. Sows, L.K. 1955. Prairie ducks. A study of their behavior, ecology and management. Wildlife Management Institute & Stackpole, Harrisburg.
38. McKinney, F. 1986. Ecological factors influencing the social systems of migratory dabbling ducks. Bls. 73–82 í: Ecological aspects of social behavior (ritstj. D. Rubinstein & R. Wrangham). Princeton University Press, Princeton.
39. Árni Einarsson, Arnþór Garðarsson, Gísli Már Gíslason & Guðni Guðbergsson 2006. Populations of ducks and trout of the River Laxá, Iceland, in relation to variation in food resources. *Hydrobiologia* 567. 183–194.
40. Pulliam, H.R. 1988. Sources, sinks and population regulation. *American Naturalist* 132. 652–661.
41. Pöysä, H. & Pesonen, M. 2003. Density dependence, regulation and open-closed populations: Insights from the wigeon, *Anas penelope*. *Oikos* 102. 358–366.
42. Arnþór Garðarsson 1978. Íslenski húsandarstofninn. Náttúrufræðingurinn 48. 162–191.
43. White, T.C.R. 1993. The inadequate environment. Nitrogen and the abundance of animals. Springer, Berlin. 425 bls.
44. Krebs, C.J. 2002. Beyond population regulation and limitation. *Wildlife Research* 29. 1–10.

## ÞAKKIR

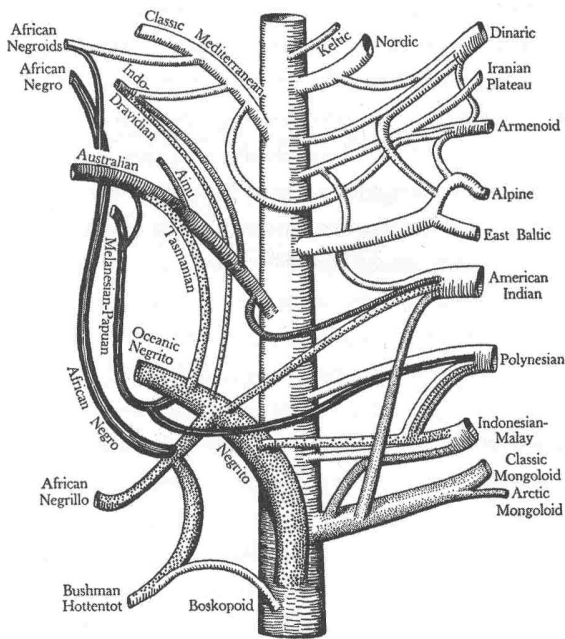
Ljúft er og skylt að þakka fjölmörgum samstarfsmönnum og aðstoðarmönnum sem lögðu hönd á plóginn við að rannsaka og vakta endurnar á Mývatni og umhverfi þeirra um áratugi. Sérstaklega skulu hér nefnd þau Árni Einarsson, Erla Björk Örnólfsdóttir, Erlendur Jónsson (1954–2004), Gísli Már Gíslason, Guðmundur A. Guðmundsson, Haraldur Rafn Ingvason, Jón Eldon (1946–1994), Jón S. Ólafsson, Kristinn H. Skarphéðinsson, Yann Kolbeinsson, Þóra Hrafnisdóttir og Þorkell Lindberg Þórarinnsson.

## UM HÖFUNDINN

**Arnþór Garðarsson** (1938–2022) var dýrafræðingur. Hann tók BS-próf (Hons.) við háskólann í Bristol á Englandi 1962, Ph.D.-próf við Kaliforníuháskóla í Berkely í Bandaríkjunum 1971. Hann starfaði sem sérfræðingur við Náttúrufræðistofnun Íslands 1962–1973 og var prófessor í dýrafræði við Háskóla Íslands 1974–2008.

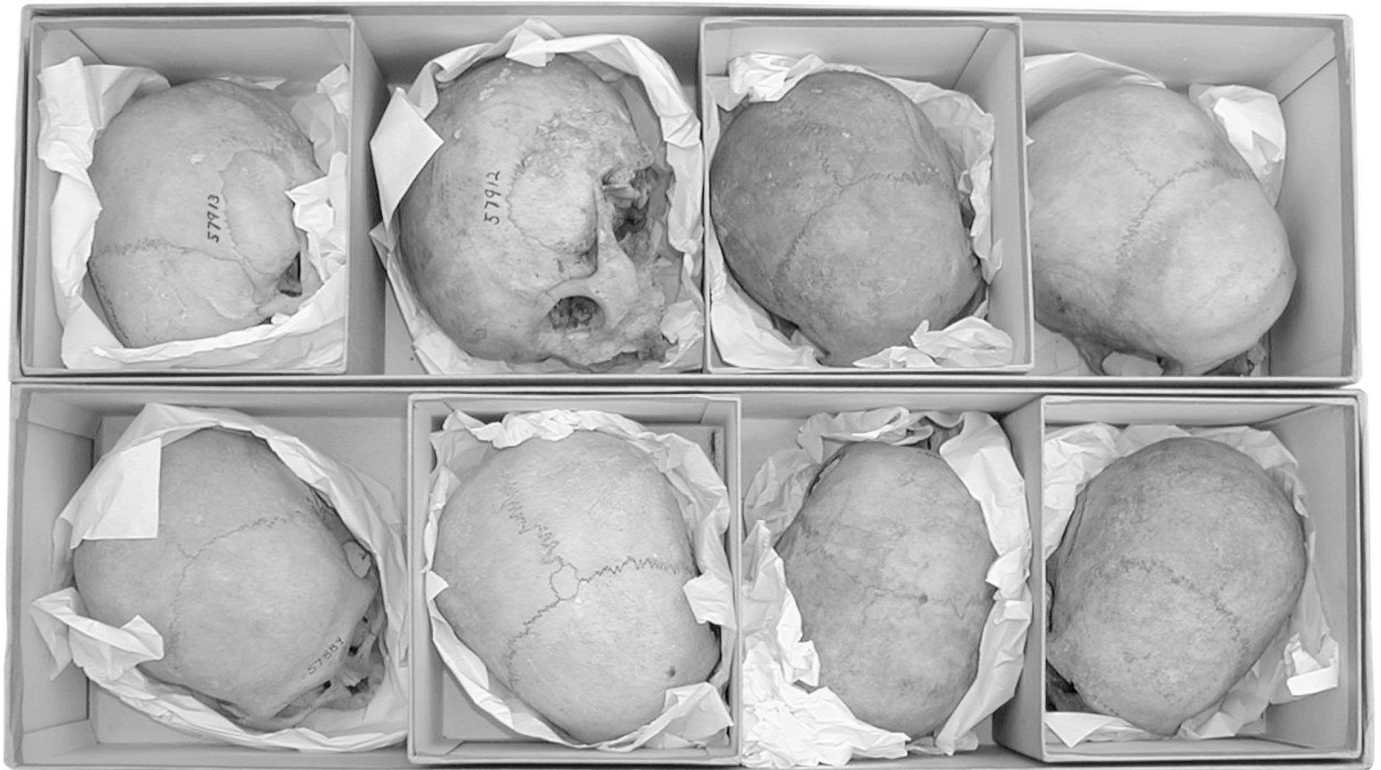


# Er einhver Neanderdalsmaður hér inni?



1. mynd. „Bóðrásir mannkyns“. Earnest Hooton (1931).

Það er kaldhæðnislegt að á sama tíma og við höfum tekið Neanderdalsfólkið í sátt – skipað þeim í okkar hóp, nánast umyrðalaust – höldum við mörg hver ennþá fast í hugmyndir sem mismuna mannfólki (*Homo sapiens*) eftir uppruna og hörundslit.



2. mynd. Hauskúpur frá Íslandi sem Vilhjálmur Stefánsson gróf upp í kirkjugarði á Mýrum sumarið 1905. Ljós.: Gísli Pálsson.

Neanderdalsfólk varðar okkur öll meira en ætla mætti, og meira en nokkru sinni fyrr; erfðavísindin (m.a. rannsóknir á Íslendingum) hafa leitt í ljós að saga okkar er saga Neanderdalsfólks. Það vekur spurningar um okkur sem tegund og um skilin sem við setjum milli okkar og hinna, sem alltaf virðast vera á dagskrá (oft með formerkjum hörundslitar), hvernig þau verða til, hversu djúpt þau rista, og hvað þau merkja.

Einhver kynni að spyrja af hverju ég finn mig knúinn að styðja fingrum á lyklaborð og taka saman pistil um þetta fólk. Saga Neanderdalsfólksins er sannarlega mannfræðilegt viðfangsefni, en lengst af hef ég sýslað við þá fræðigreinin. Einu sinni var ég reyndar sagður líkjast þessu fólki, og kannski hefur það sitt að segja. Það var einhvern tímann á menntaskólaárunum á Laugarvatni sem við stóðum nokkur, tilvonandi stúdentar, fyrir framan andlitsmyndir á göngum skólans og virtum fyrir okkur nemendahópinn. Einn kennarinn staldraði við og segir svo við mig: „Þú ert eins og Neanderdalsmaður!“ Okkur þótti þetta fyndið. Þetta var göðlátleg stríðni.

#### FYRSTU BEININ, FYRSTI KOSSINN

Neanderdalsfólkið varð útdautt fyrir að minnsta kosti 30 þúsund árum. Við þekkjum það aðeins af beinaleifum þess, áhöldum og vistarverum. Það var árið 1856 sem kennarinn Johann Carl Fuhlrott rak augun í sérkennilegar beinaleifar úr Feldoferhelli í Neanderdal í Þýskalandi. Beininn líktust manna-beinum og vöktu furðu. Sumir töldu í upphafi að um vanskapaða manneskju væri að ræða en írski prófessorinn William King fullyrti að þetta væri áður óþekkt dýrategund sem væri skyldari simpönsnum en nútímamönnum. Árið 1863 var tegundin nefnd *Homo neanderthalensis*, að tillögu Kings.<sup>1</sup> Síðar komu fleiri beinaleifar fram í dagsljósið og sýnt þótti að King hefði rangt fyrir sér varðandi skyldleikann við simpansa, Neanderdalsmenn væru náskyldir nútímamönnum. Erfðarannsóknir síðustu tuttugu og sjö ár hafa staðfest þessa niðurstöðu. Þetta voru fyrstu Evrópumennin, en ættkvíslin *Homo* varð til í Afríku, hóf útrás til annarra heimsálfna fyrir um 1,9 milljónum ára og ráfaði fyrst um Evrópu fyrir 40 þúsund árum.

Neanderdalsmenn eru eina manntegundin sem varð til utan Afríku. Þeir fóru víða, allt frá Portúgal til Úralfjalla. Hugmyndir nútímamanna um þá hafa líka tekið stakkaskiptum. Sú hugmynd læddist að fræðimönnum Viktoríutímans á Englandi að nútímamenn hefðu verið í nánum samskiptum við Neanderdalsmenn, jafnvel eignast með þeim börn. En teprulegir fræðimenn sem uppi voru um miðja nítjándu öld höfðu ekki hátt um þessa ógrandi hugmynd, heldur hvísluðu sín á milli um fyrsta kossinn þegar kynblöndun bar á góma.<sup>2</sup>

#### VÍGIN FALLA

Strax eftir að tegundinni hafði verið gefið nafn var orðið „Neandertal“ (dalur heitir *tal* á þýsku, áður stafsett *thal*) gjarna notað sem niðrandi samheiti fyrir allt sem talið var frumstætt og forneskjulegt. Líklegt þykir þó að Neanderdalsfólk hafi greftrað samborgara sína, forfeður og -mæður, og teiknað á hellisveggi, en hvorttveggja hefur oft verið talið sérkenni nútímamanna. Myllumerki hafa fundist á hellisveggjum á Gíbraltar og talið er líklegt að Neanderdalsmenn hafi rist þau.

Þessar minjar eru taldar vera um það bil 39 þúsund ára gamlar. Nýlegar rannsóknir í La Roche-Cotard-hellinum í Frakklandi benda til mun eldri verka, 57 þúsund ára, jafnvel 75 þúsund ára. Þessi verk fundust árið 1846 þegar unnið var að gerð lestarteina. Skyndilega blasti við hellir og á veggjum hans leyndust teikningar sem augljóslega voru gerðar markvisst og af natni.<sup>3</sup> Lengi var talið að þetta væru verk nútímamanna, en nú þykir víst að höfundarnir hafi verið Neanderdalsmenn þar sem nútímamenn numu ekki land í þessum hluta Evrópu fyrr en löngu síðar. Þetta eru sannarlega byltingarkenndar niðurstöður. Neanderdalsmenn eru á hraðferð inn í nýjan heim. Ein helsta heimildin um rannsóknir á Neanderdalsmönnum, *The Neanderthals Rediscovered* eftir Dimitru Papagianni og Michael A. Morse, hefur ítrekað verið endurútgefin, endurbætt í ljósi nýrrar vitneskju. Nú virðist hún verðskulda enn eina yfirferðina.

Skyldu Neanderdalsmenn hafa talað? Málfræðingar og mannfræðingar eru ekki á einu máli. Hinn kunní málfræðingur Noam Chomsky (áður hjá MIT- háskólanum) er viss í sinni sök: „Þess vegna bara við“.<sup>4</sup> Rök hans eru einkum þau að hæfileikinn til að tala hafi orðið til seint og snögglega, án umtalsverðra breytinga á erfðum, og börn okkar nái tökum á flóknu tungu-

máli á ótrúlega skömmum tíma; annaðhvort hafi tegund þá „málstöð“ sem til þarf eða ekki. Nútímafólk hafi skapandi mál, en aðrar tegundir í besta falli einföld táknerfi.

Aðrir, svo sem mannfræðingurinn Stephen C. Levinson (áður hjá Max Planck-stofnuninni í Nijmegen), telja, með tilvísun til nýrra viðhorfa í erfðafræði og beinarannsóknunum, að málnotkun hafi ekki einskorðast við *Homo sapiens sapiens* – það séu „ekki bara við“ sem höfum skapað mál.<sup>5</sup> Hæfileikinn til að tileinka sér „mannamál“ hafi líklega áunnist hægt og sígandi, í skjóli náttúruvals. Neanderdalsmenn hafi deilt *FOXP2*-geninu, sem kom við sögu í þróun talaðs máls, með nútímamönnum og talfæri þeirra hafi verið svipuð okkar. Ekki sé sjálfgefið að þeir hafi talað, og það verði líklega seint fullreynt, en telja megi yfirgnæfandi líkur á að svo hafi verið.<sup>1</sup> Vitneskjan um endurtekna erfðafræðilega blöndun Neanderdalsmanna og nútímamanna styður þá kenningu. Chomsky er laus við tepruskap og kreddur Viktoríutímans, en hann virðist hins vegar eiga erfitt með að ímynda sér bæði náð samlífi tegundanna og það sameiginlega vitsmunalíf sem því hefur væntanlega fylgt. Hann stendur fastur á sínu: Það eru „bara við“ – eins og önnur menni hljóti að vera af-dalamenn.

## AF ÖÐRUM DALAMÖNNUM

Árið 1961 birti dagblaðið *Tíminn* viðtal við dr. Jens Ó. P. Pálsson (1926–2002) mannfræðing um rannsóknir hans á Íslendingum. Blaðamaðurinn spyr: „Þú hefur verið að gera mælingar á Dalamönnum? ... Til hvers ertu að mæla þá?“ Jens svarar:

Þær eru gerðar ... til þess að varpa ljósi á uppruna þjóðarinnar. ... Í Dalasýslu eru dökkhærðir og ljóshærðir langhöfðar tiltölulega algengir, en það eru höfuðeinkenni „írsku týpunnar“, samkvæmt þeim rannsóknunum, sem bandarískur mannfræðingur, Hooton að nafni, lét gera á Írlandi á sínum tíma.<sup>6</sup>

Þegar hér var komið sögu starfaði Jens við Mannfræðistofnunina í Mainz í Þýskalandi, sem átti sér vafasama fortíð. Earnest Hooton (1887–1954), sá sem Jens vísaði til, prófessor við Harvardháskóla, skipti mannkyni í nokkra kynþætti í bók sinni *Upp af apanum* (1931).<sup>7</sup> Hauskúpur frá miðöldum, sem Vilhjálmur Stefánsson hafði safnað á vegum Peabodysafns Harvardháskóla í kirkjugarði á Haf-fjarðarey á Mýrum sumarið 1905, vöktu töluvert umtal og blandaði Hooton sér í umræðuna.<sup>8</sup> Að *mati* Hootons stóðu norrænir menn ofarlega í stigskiptingu mannkyns. Sumir kynþættir, sagði hann, væru nær öpunum en aðrir. Til marks um það væru meðal annars mælingar höfuðbeina. Nú vitum við hins vegar að flokkun eftir kynþáttum á sér fyrst og fremst félagslegar rætur og er ekki reist á vísindalegum forsendum – og að Neanderdalsmenn eru í okkur öllum. Á undanförunum árum hafa höfuðbeinin í Íslendinganýlendunni við Harvard aftur komist á dagskrá; nú er deilt um eignarhald beinanna og hvort Harvardháskóla beri að skila þeim til Íslands; senda þau heim.<sup>9</sup>

Rannsóknir á mannabeinum voru víða misnotaðar í þjóðhverfum, rasískum og pólitískum tilgangi á síðustu öld.<sup>10</sup> Samt skyldu þær ekki vanmetnar. Þær hafa haldið velli undir nýjum formerkjum og segja merka sögu, meðal annars um Neanderdalsmenn, og kyn-



3. mynd. „Steinaldar Clooney.“ Vaxmynd á Neanderdalssafninu í Mettmann, skammt frá Düsseldorf.



4. mynd. Gíbraltar. Corhams-hellir, þar sem Neanderdalsmenn höfðust við, er í höfðanum lengst til hægri. Ljósma.: Gísli Pálsson.

blöndun þeirra og *Homo sapiens*. Erfðafræðilegar rannsóknir á mannabeinum hafa grafið undan þeirri kynþáttahyggju sem kenningar um svokallaða *langhöfða* (germanskar þjóðir t.d.) og *stutthöfða* (Sama o.fl.) festu í sessi um miðja síðustu öld. Erfðaefnið leiddi í ljós mun flóknara landslag og trúverðugri sögu.

#### EINN AF OKKUR

Svante Pääbo (f. 1955), sænskur sérfræðingur á sviði líffræðilegrar mannfæði sem nýlega hlaut Nóbelsverðlaunin í læknisfræði, leiddi í ljós árið 2010 að Neanderdalsmenn og nútíma-menn höfðu eignast sameiginlega afkomendur og að erfðamörk þeirra fyrrnefndu leyndust í öllu núlifandi fólki. Pääbo tókst að einangra erfðaefni úr forsögulegum beinum Neanderdalsmanna og endurgera erfðamengi þeirra. Neanderdalsmaðurinn reyndist vera einn af okkur, hluti af okkur.<sup>11</sup>

Með rannsóknum á vegum Íslenskrar erfðagreiningar og samstarfsfólks í Árósum og Leipzig var lögð hönd á plóg með nýstárlegri greiningaraðferð sem ekki var bundin við þau örfáu lífsýni úr Neanderdalsfólki sem áður hafði verið

studst við. Þessar rannsóknir sýndu meðal annars fram á að Íslendingar bera ekki allir sömu erfðabútana frá Neanderdalsmönnum.<sup>12</sup> Erfðabútar í núlifandi Íslendingum vörpuðu ljósi á um helm-ing erfðamengis Neanderdalsmanna.

#### HVERNIG VORU ÞAU Á LITINN?

Kynþáttahyggja staðnæmist gjarna við litaráft. Hvernig voru Neanderdalsmenn annars á litinn? Það er ekki auðvelt að svara því. Listamenn sem hafa gert stytur og myndir af Neanderdalsfólki hafa ímyndað sér fjölbreyttan hóp – dökkhærða, ljóshærða, rauðhærða og freknótta. Hugmyndir erfðafræðinga eru líklega jafn fjölbreytilegar. Einn þeirra sem hafa kannað málið, John Hawks við Madisonháskóla, segir það flókið.<sup>13</sup>

Vandinn er meðal annars sá að bæði listafólk og fræðimenn hafa haft tilhneigingu til að líta á Neanderdalsfólk með nútímalegum evrópskum gleraugum. Hawks segir sérkennilegt að margir mannfæðingar hafi verið uppteknir af því hvort vegfarendur í stórborgum samtímans myndu taka eftir Neanderdalsfólki klæddu nú-

tímafatnaði ef það birtist allt í einu í strætisvögnum og neðanjarðarlestum. Á Neanderdalssafninu í Mettmann, skammt frá hinum fræga Neanderdal (og borginni Düsseldorf sem margir lesendur kannast sennilega betur við), er haganlega gerð vaxmynd, „Stein-aldar Clooney,“ sem sýnir myndarlegan og snyrtilegan Neanderdalsmann.<sup>14</sup> Hann horfir forvitinn yfir sviðið, en er ekki með snjallsíma í höndunum heldur steináhald, skurðhníf að hætti steinaldarmanna. Gott ef hann er ekki í kórónajakkafötum sem fræg urðu á Íslandi, fyrst með sjónvarpsauglýsingum á sjöunda áratugnum og síðar með ljóðabók Einars Más Guðmundsonar, *Er nokkur í Kórónafötum hér inni?*<sup>15</sup>

Undanfarin ár hafa landamærin milli okkar og Neanderdalsfólksins máðst út ein af öðrum. Um leið hefur mynd þeirra breyst. Það er kaldhæðnislegt að á sama tíma og við höfum tekið Neanderdalsfólkið í sátt – skipað þeim í okkar hóp, nánast umyrðalaust – höldum við mörg hver ennþá fast í hugmyndir sem mismuna mannfólki (*Homo sapiens*) eftir uppruna og hörundslit.

## ÞAKKIR

Ég þakka Agnari Helgasyni, Helga Bernódussyni og Rósu Signýju Gísladóttur fyrir afar gagnlegar samræður og ábendingar.

## HEIMILDIR

- Papagianni, D. & Morse, M.A. 2022. The Neanderthals rediscovered: How modern science is rewriting their story. Thames and Hudson, London. 208 bls. (Sjá bls. 18 og 189; frumútg. 2013).
- Sykes, R.W. 2020. Kindred: Neanderthal life, love, death and art. Bloomsbury, New York. 400 bls. (Sjá bls. 331).
- Handwerk, B. 2023. Oldest known Neanderthal engravings were sealed in a cave for 57,000 years. Smithsonian Magazine, 21. júní. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/oldest-known-neanderthal-engravings-discovered-in-french-cave-180982408/>
- Berwick, R.C. & Chomsky, N. 2017. Why only us: Recent questions and answers. Journal of Neurolinguistics 43 (Part B). 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2016.12.002>
- Dediu, D. & Levinson, S.C. 2018. Neanderthal language revisited: Not only us. Current Opinion in Behavioral Sciences 21. 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.01.001>
- Birgir 1961. Mannabein í kjallaranum: Rabbað við Jens Pálsson mannfræðing. Tíminn, 7. desember. 8–9.
- Hooton, E.A. 1931. Up from the ape. Macmillan, New York. 787 bls.
- Gísli Pálsson 2003. Frægð og firnindi: Ævi Vilhjálms Stefánssonar. Mál og menning, Reykjavík. 415 bls.
- Elliott, C. 2023. Why Iceland wants its medieval skulls back. National Geographic, 1888, 3. ágúst <https://www.nationalgeographic.com/premium/article/iceland-skulls-peabody-harvard-hastings-stefansson-haffjararey>
- Gísli Pálsson & Sigurður Örn Guðbjörnsson 2012. Homo islandicus – inn að beini. Tímarit Máls og menningar 73(4). 4–24.
- Pääbo, S. 2014. Neanderthal man: In search of lost genomes. Cornell University Press, New York. 288 bls.
- Skove, L., Moisés, C.M., Garðar Sveinbjörnsson, Mafessoni, F., Lucotte, E.A., Margrét S. Einarsdóttir, Hákon Jónsson, Bjarni Halldórsson, Daniel F. Guðbjartsson, Agnar Helgason, Schierup, M.H. & Kári Stefánsson. 2020. The nature of Neanderthal introgression revealed by 27,566 Icelandic genomes. Nature 582. 78–83. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2225-9>
- Hawks, J. 2023. What color were Neandertals? Á vefsetri Johns Hawks. Slóð (skoðað 21.10. 2023): <https://johnhawks.net/weblog/what-color-were-neandertals/#:~:text=They%20found%20that%20the%20known,%2D-haired%2C%20and%20brown%20eyed>
- Chung, J. 2016. TECHEBLOG 9. september. What a Neanderthal might look like today in modern clothes and 18 more cool pictures. Slóð (skoðað 26.10.2023): <https://www.techeblog.com/what-a-neanderthal-might-look-like-today-in-modern-clothes-and-18-more-cool-pictures/>
- Einar Már Guðmundsson 1980. Er nokkur í kórónafötum hér inni? Mál og menning, Reykjavík. 143 bls.

## UM HÖFUNDINN

**Gísli Pálsson** prófessor emeritus í mannfræði við Háskóla Íslands. Hann lauk doktorsprófi frá Manchester-háskóla árið 1982, hefur síðan fjallað um margs konar viðfangsefni, mörg hver tengd umhverfismálum. Meðal bóka hans eru *The Last of Its Kind: The Search for the Great Auk and the Discovery of Extinction* (töluvert breytt útgáfa á Fuglinum sem gat ekki flogið), *The Human Age: How We Created the Anthropocene Epoch and Caused the Climate Crisis* (2020), *Maðurinn sem stal sjálfum sér* (2017) og *Nature, Culture, and Society: Anthropological Perspectives on Life* (2015).



**Gísli Pálsson**  
Hrólfsskálamel 3  
170 Seltjarnarnesi  
gipalsson@gmail.com



# Harald Krabbe

## – frumkvöðull sníkjudýra- rannsókna á Íslandi



1. mynd. Danski læknirinn Harald Krabbe kom til Íslands árið 1863, einkum til að rannsaka sullaveiki af völdum ígulbandormsins *Echinococcus granulosus*. – The Danish parasitologist Harald Krabbe came to Iceland in 1863, mainly to examine the hydatid disease caused by *Echinococcus granulosus*. Ljós.m./Photo: Óþekktur/unknown.

Fyrir nokkrum árum vann höfundur tímabundið á Dýrafræðisafninu í Kaupmannahöfn og fékk þá tækifæri til að rannsaka sníkjudýr sem þar eru varðveitt. Þar eru í öndvegi sýni af bandormum og þráðormum frá danska læknum Harald Krabbe (1831–1917), brautryðjanda sníkjudýrarannsókna á Íslandi snemma á ferli sínum. Krabbe varð síðar einn virtasti og afkastamesti sníkjudýrafræðingur samtímans. Hann starfaði svo til eingöngu í Kaupmannahöfn.

Fyrst á starfsævinni beindust kraftarnir að því að rannsaka hunda- og kattasníkjudýr, ekki hvað síst ígulbandorminn (*Echinococcus granulosus*). Sá hefur flókinn lífsferil þar sem fullorðinsstigið lifir í hundum en lirfustigið – ígulsullurinn – þroskast jafnt í mönnum sem ýmsum jörturdýrum. Harald Krabbe hóf rannsóknir sínar í Danmörku um 1860 en kom árið 1863 til Íslands og safnaði upplýsingum um sníkjudýr, og einkum um sullaveikina. Hann krufði fjölda dýra og komst meðal annars að því að 28% hunda voru með ígulbandorminn, uppsettum sullaveikinnar. Í kjölfarið hafði Krabbe forystu um útrýmingaradgerðir í samvinnu við heilbrigðisyrivöld, með þeim einstaka árangri á heimsvísu að ígulbandorminum var útrýmt á Íslandi. Þar með hvarf hin illræmda sullaveiki. Síðan er liðin hálf öld.

Fljótlega beindust athuganir Krabbe jöfnum höndum að sníkjudýrum í mönnum, húsdýrum og villtum dýrum, ekki síst fuglum. Hann ritaði fjöldann allan af greinum á því fræðasviði en verður trúlega lengst minnst fyrir nákvæmar lýsingar á áður óþekktum tegundum bandorma. Sem dæmi um afköstin á því sviði telst höfundi til að Harald Krabbe hafi lýst 76 tegundum fuglabandorma fyrir vísindin.

### NÁM OG STÖRF

Harald Krabbe (1. mynd) fæddist og ólst upp í Kaupmannahöfn og starfaði mestan hluta ævi sinnar í Danmörku. Hann lauk stúdentsprófi 1848, prófi í læknisfræði 1855 og doktorsprófi 1857. Viðfangsefni doktorsritgerðarinnar var á sviði lífeðlisfræði og fjallaði hún um fosfórsýru í þvagi. Meðan á doktorsnáminu stóð dvaldist hann um tíma í Þýskalandi. Lærði hann mál þarlandra, sem síðar gagnaðist honum vel við að koma rannsóknarniðurstöðum sínum á framfæri innan vísindasamfélagsins.

Að doktorsprófi loknu 1858 tók Krabbe að kenna vefjafræði við Konunglega dýralækna- og landbúnaðarháskólann í Kaupmannahöfn (KVL). Hann var fyrst aðstoðarkennari, nokkru síðar (1880) aðalkennari og eftir 1892 prófessor í líffærafræði og lífeðlisfræði.

Þeirri stöðu gegndi Krabbe þar til eftirlaunaaldri var náð 1902. Þrátt fyrir kennsluskyldu á ólíkum fræðasviðum stundaði Krabbe sníkjudýrarannsóknir af kappi alla starfsævina. Viðfangsefnin voru fjölbreytileg eins og fram kemur í ritverkalista hans (sjá heimildaskrá). Bandormarannsóknir voru þó oftast í fyrirrúmi. Síðasta ritsmiðin leit dagsins ljós árið 1905. Í henni tíundaði Krabbe smittíðni landa sinna í Danmörku af fjórum tegundum iðrabandorma.<sup>1</sup>

Á fyrstu starfsárum Krabbe við KVL varð ráðamönnum, bæði héraendis og í Danmörku, tíðrætt um hina geigvænlega tíðu sullaveiki á Íslandi. Fór sú umræða ekki fram hjá Krabbe. Hann tók fljótlega til við að rannsaka innnyflaorma í hundum og köttum í Kaupmannahöfn og birti fyrstu niðurstöður sínar á því sviði þegar árið 1862.<sup>2</sup> Árið 1863 fékk Krabbe síðan styrk frá danska dómsmálaráðuneytinu, sem þá fór með flest íslensk málefni, til rannsókna á sullaveikinni á Íslandi. Kom hann til landsins með vorskípi 1863 og dvaldist hér við athuganir sínar fram á haust. Fljótlega birtust niðurstöður þessara athugana og var þar gerður samanburður við stöðu mála í Danmörku.<sup>3,4,5</sup>



2. mynd. Rit sem Ivan Katić gaf út í Kaupmannahöfn árið 2000.<sup>6</sup> Þar eru meðal annars birtar dagbókarfærslur Haralds Krabbe frá Íslandsferðum hans árin 1863, 1870 og 1871. – Cover page of a booklet published by Ivan Katić in Copenhagen 2000 with diary notes written by Harald Krabbe during his visits to Iceland in 1863, 1870 and 1871.<sup>6</sup> Ljósmynd./Photo: Karl Skírnisson.

## DAGBÓKARSKRIF OG FJÖLSKYLDUHAGIR

Eftir rannsóknarferðina 1863 kom Harald Krabbe í stuttar heimsóknir til landsins sumrin 1870 og 1871. Hann hélt dagbækur um ferðir sínar og rannsóknir á Íslandi en það var þó ekki fyrir en um síðustu aldamót að ferðasagan var búin til prentunar og gefin út (2. mynd).<sup>6</sup> Það gerði Ivan Katić sem þremur áratugum áður hafði fengið dagbækurnar í hendur frá eftirmanni Krabbe á KVL, Niels Harlev (1919–1986). Ferðasagan er vel myndskreytt, prentuð á góðan pappír, og þar er auk þess að finna ýmsar upplýsingar um fjölskylduhagi. Þar segir frá því að í seinni ferðinni giftist hann íslensku konu, Kristínu Jónsdóttur (1841–1910), dóttur Jóns Guðmundssonar, alþingismanns og ritstjóra Þjóðólfs, og konu hans, Hólmfríðar Þorvaldsdóttur. Hjónin eignuðust fjóra syni. Tveir þeirra urðu kunnir íslenskir embættismenn, Thorvald (1876–1953), verkfræðingur og síðar vitamálastjóri á Íslandi, og Jón (1874–1964), lengst af sendiráðsritari og síðast forstöðumaður sendiráðsins í Kaupmannahöfn. Hinir synirnir voru lögfræðingurinn Oluf (1872–1951) og læknirinn Knud (1885–1961) sem báðir störfuðu í Danmörku. Harald lifði konu sína í sjö ár og lést árið 1917, 86 ára að aldri. Hjónin bjuggu alla ævi í Kaupmannahöfn.

Í ferðabókinni er að finna margvíslegar heimildir um sníkjudýr. Meðal annars er þar endurprentuð yfirlitsgrein eftir Pál A. Pálsson, yfirdýralækni.<sup>7</sup> Auk athugana á sullaveiki og ýmsum öðrum sjúkdómum í fólki og fénaði lýsa færslurnar veðri, matarveislum og viðurgjörningi, gjarnan hjá fyrimönnum þjóðarinnar en líka hjá öðrum þeim sem aðstoðuðu hann, fylgdu honum eða hýstu á ferðalögunum.

Viða kemur fram áhugi Krabbe á jurtum. Hann fór iðulega í gönguferðir á kvöldin og skráði þá fræðiheiti og blómþroska jurta sem urðu á vegi hans. Þá nefnir hann allajafna hverjir útvegðu honum eða færðu efnivið til rannsókna á sníkjudýrum. Ekki einungis hunda og ketti heldur líka ýmsa villta fugla og spendýr, svo sem rottur og jafnvel blöðrusel (*Cystophora cristata*). Einnig kemur fram að hann hafði einsett sér að kryfja 100 fullorðna hunda á Íslandi. Það er nefnt sérstaklega þegar fram kemur að stuttu fyrir brottförina til Danmerkur afþakkar hann hund sem honum stóð til boða. Sá hundur hefði orðið númer 101.

Greinilegt er að Krabbe hafði kappkostað að undirbúa rannsóknarferðina 1863 sem best. Það má meðal annars sjá af lista yfir skordýr – „Íslands Insekter“ – sem hann hafði meðferðis (3. mynd). Skráin var gerð eftir upplýsingum þýska skordýrafræðingsins Otto Staudinger sem komið hafði til rannsókna á Íslandi 1856.

## SULLAVEIKI Á ÍSLANDI – ORSAKIRNAR ENN ÓÞEKKTAR

Nýlega var fjallað um sullaveiki á Íslandi í grein í Náttúrufræðingnum þar sem lífsferli sníkjudýrsins var lýst og saga útrýmingarinnar rakin í stórum dráttum.<sup>8</sup> Áður en kunnugt varð um lífsferil ígulbandormsins vissu menn hvorki hvaða fyrirbæri sullir voru né hvort, og þá hvernig, hægt væri að verjast því að fá sullaveiki. Fengu því hundar á blóðvelli – öllu fé var slátrað heima á bæjum allt fram á 20. öld – iðulega að éta hrá, sollin líffæri sem flestum þóttu ókræsileg. Þannig viðhéldu hundar og grasbítar lífsferlinum og smit magnaðist upp þar sem smitaðir hundar héldu til og bandormsegg náðu að dreifast út frá hundaskítum. Og þegar bandormsegg bárust óviljandi ofan í fólk þroskaðist eggid í sull. Það var raunar blindgata í lífsferli ormsins, nema ef svo ólíklega vildi til að hundur kæmist beint í innihald sulls úr manni. Sullirnir sprungu nefnilega stundum út í öndunarveginn og flæddu út úr fólki.<sup>9</sup>

Eldsmaturinn fyrir háa smittíðni sullaveikinnar um miðja 19. öld var mikill. Íbúafjöldinn var um 70 þúsund manns og fjöldi sauðfjár á bilinu 600–700 þúsund. Á sama tíma var fjöldi hunda í landinu talinn vera á bilinu 15–20 þúsund, eða hundur á hverja þrjá til fjóra landsmenn.<sup>7</sup> Ekki var að furða að



3. mynd. Býli sem Harald Krabbe heimsótti í rannsóknarferð sinni austur að Þjórsá sumarið 1863. – Map showing farms visited by Harald Krabbe in southern Iceland during his research trip in summer 1863. Eftir/ from: Krabbe 2000.<sup>6</sup>

sullaveiki væri algeng á Íslandi meðan fólk vissi ekki hvað það ætti að varast til að forðast smit.

### LÍFSFERILL ÍGULBANDORMSINS – HÁ SMITTÍÐNI

Lífsferill ígulbandormsins var upplýstur þegar árið 1852 þegar þýski læknirinn Philipp Franz von Siebold sýndi fram á að ígulbandormur í hundi og ígulsullir í húsdýrum og mönnum voru mismunandi lífsform sömu lífveru.<sup>10,11</sup> Nokkrum árum áður (1847 og 1848) hafði danski læknirinn Peter Anton Schleisner (1818 1900) dvalist á Íslandi og meðal annars gefið sullaveikinni gaum. Þeir Jón Thorsteinsen landlæknir áætluðu í framhaldinu að sjötti til sjöundi hver Íslendingur væri sullaveikur og var þetta langhæsta smittíðni sem þekkt var í heiminum á þeim tíma.<sup>12</sup> Vakti sú niðurstaða mikla athygli heilbrigðisyfirvalda, sem og vísindamanna erlendis, því þessi ótrúlega háa smittíðni var hvorki meira né minna en fjörtutíu og sjö-falt hærri en síðar kom í ljós við athuganir á fólki í Danmörku.<sup>2,4,5</sup> Ýmsir álíta að jafnvel enn hærra hlutfall landsmanna hafi fengið sullaveiki um og eftir miðbik 19. aldar. Um 22% þeirra sem fæddir voru á árunum 1861 til 1870 og voru krufðir á því tímabili sýndu ummerki um að hafa verið sullaveikir.<sup>13</sup> Heldur lægra hlutfall, 15%, landsmanna sem fæddir voru á

árabílinu 1841–1860 og 1871–1880 reyndust við krufningu bera merki um að hafa fengið sullaveiki. Því virðist smittíðnin hafa verið í sögulegu hámarki á árunum 1861 til 1870. Páll Agnar Pálsson álitur raunar að hlutfallið hafi í raun verið enn hærra – að fjórði til fimmti hver Íslendingur hafi verið sullaveikur upp úr miðri 19. öld. Þessar tölur taka ekki til þeirra sem dóu áður en krufningar hófust árið 1932.<sup>10</sup>

### LEARED KYNNIR LÍFSFERILINN 1862

Breski læknirinn Arthur Leared (1882–1879) kynnti Íslendingum fyrstur manna lífsferil ígulbandormsins í blaðagreinum árið 1862.<sup>14</sup> Byggðust skrifin meðal annars á áður nefndum athugunum von Siebolt. Kynnti hann jafnframt ráð sem beita mætti til að verjast sullaveiki, meðal annars að fækka hundum og rjúfa lífsferilinn með því að koma í veg fyrir að hundar smitust við að éta sollin líffæri.

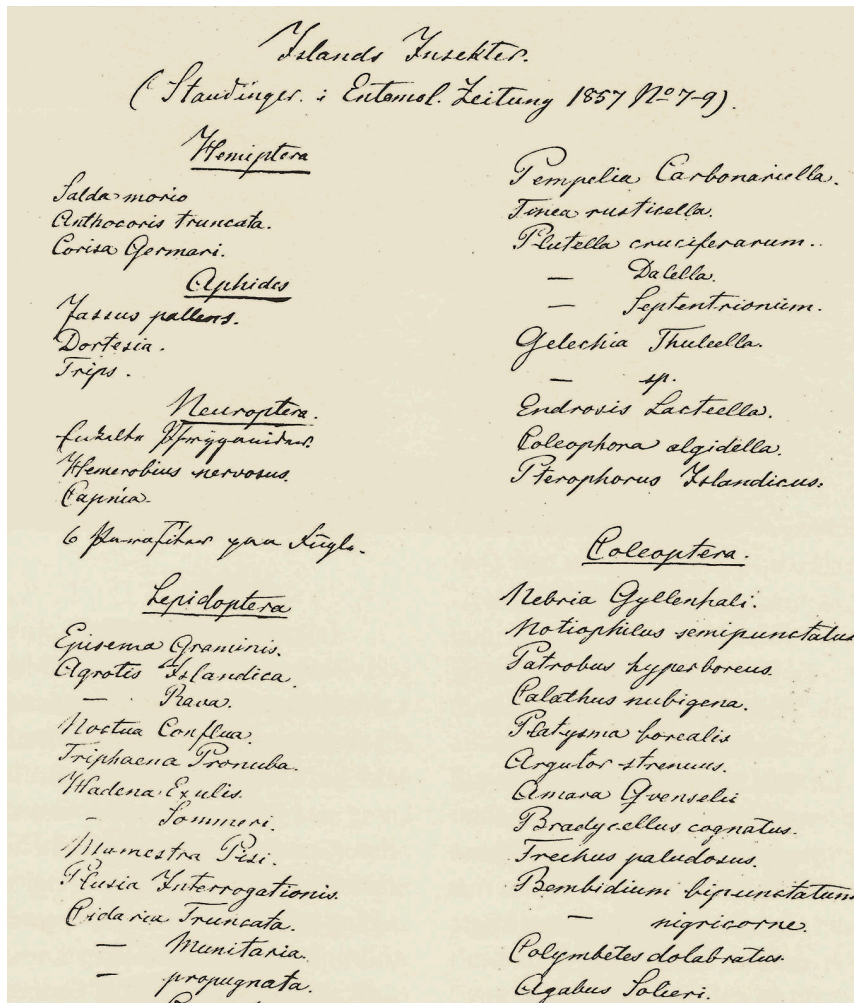
Vitneskja um lífsferil ígulbandormsins og fyrstu hugmyndir manna um hvernig verjast mætti sullaveiki lá því fyrir þegar Harald Krabbe kom til landsins árið 1863, og þessi þekking var honum vitaskuld kunn. Með þá þekkingu í farteskinu, og staðgóða reynslu af bandormagreiningu í hundum og köttum í Kaupmannahöfn,<sup>2</sup> gat Krabbe

einbeitt sér að því að rannsaka umfang og eðli sullaveikinnar á Íslandi og afla þeirra gagna sem nýttust til að skipuleggja árangursríkar viðnáms- og útrýmingaraðgerðir.<sup>3,5,15 23</sup>

### RANNSÓKNARFERÐ KRABBE 1863

Harald Krabbe steig á land í Reykjavík 19. maí 1863 og dvaldist á Íslandi í tæpa fimm mánuði. Hann nýtti tímann vel og naut dyggar aðstoðar heimamanna við rannsóknir sínar. Meðal þeirra voru landlæknirinn Jón Hjaltalín sem og læknar á svæðunum sem ferðast var um. Að þeirra tíma sið fóru erlendir gestir um landið á hestum, með fylgdarmann, oftast með nokkra hesta undir klyfjum. Í júlí lá leiðin frá Reykjavík austur undir Þjórsá (4. mynd). Fylgdarmaður í þeirri ferð var Jakob Pálsson frá Gaulverjabæ, eftir lýsingum að dæma duglegur og ráðagóður með góða þekkingu á svæðinu. Eftir stutta viðdvöl í Reykjavík var aftur lagt í hann og nú riðið norður í land. Ekki var snúið til Reykjavíkur fyrr en í byrjun september, og var Krabbe þá kominn austur í Reykjavíki í Mývatnsveit. Fylgdarmaður í norðurferðinni var Björn Skaftason.

Ýmsir erfiðleikar fylgdu því að ferðast um landið á hestum og lýsir Harald Krabbe þeim ídulega í ferðabókinni.<sup>6</sup> Stöðugt var verið að safna efniviði til



4. mynd. Handskrifaður listi sem Harald Krabbe útbjó fyrir Íslandsferðina 1863 með heitum ýmissa skordýra. – Handwritten list of some insects in Iceland prepared by Harald Krabbe before his research trip to Iceland in 1863. Eftir/from: Krabbe 2000.<sup>6</sup>

krufningar. Til dæmis segir í færslu frá 6. júlí eftir að hafa þegið góðgerðir á bæ á suðurlandi (Kópsvatni), „Vi fik Kaffe og den ene af de 2 Hunde.“ Daginn eftir kom hann á annan bæ í nágrenninu „hvor jeg fik en Hund“ og síðar sama dag „en Kat“.

Væntanlega krufði Krabbe dýrin sem honum áskotnuðust á staðnum þótt hann geti þess hvergi sérstaklega. Er hann raunar spar á aðferðalýsingar. Við krufningu er auðvelt að koma auga á spóluorma og stóra bandorma þegar búid er að rista meltingarveginn upp og skola innihaldið niður í ílát (ormarnir eru allt frá nokkrum tugum sentimetra í nokkra metra á lengd) en ekki er ljóst hvernig Krabbe leitaði að ígulbandorminum sem ekki verður nema nokkurra millimetra langur. Kannski dugði honum stækkunargler. Strax á þessum árum var farið að varðveita sníkjudýr í vínanda. Þegar

heim til Hafnar var komið voru ormarnir, eða hlutar þeirra, litaðir og þeim komið fyrir í sérstöku gagnsæju, þéttfljótandi innsteypingarefni á smásjargleri þannig að hægt yrði að skoða sýnin í smásjá (Innskotsgrein A).

Meðan á dvölinni stóð 1863 krufði Harald Krabbe alls 100 hunda, eins og áður sagði, 31 kött og einn ref.<sup>4,5</sup> Í hundunum fann hann fjórar tegundir bandorma, og voru 93% þeirra smitaðir af einni eða fleiri tegundum. Netjullsbandormurinn (*Taenia hydatigena*) var algengastur (fannst í 75% hundanna), næstalgengastur var flóarbandormurinn (*Dipylidium caninum*) (57%) (5. mynd), þá ígulbandormurinn (28%) en höfuðsottarbandormurinn (*Taenia multiceps*) rak lestina (18%). Öllum þessum tegundum hefur nú verið útrýmt á Íslandi.<sup>24</sup>

## VIÐNÁMSAÐGERÐIR

Fljótlega eftir rannsóknarferðina 1863 sendi Harald Krabbe dómsmálastjórninni skýrslu þar sem hann lagði til að ritað yrði alþýðlegt kver þar sem skýrt væri hvernig sullaveiki í mönnum og skepnum megi rekja til ígulbandormsins í hundum og hvaða varúdarreglum sé skynsamlegt að fylgja til að forðast veikina. Einnig gaf hann þau ráð að reynt yrði þegar í stað að fækka hundum innanlands, svipað og Leared hafði lagt til árið áður. Strax næsta ár gáfu íslensk stjórnvöld svo út bæklinginn Athugasemdir handa Íslendingum um sullaveikina og varnir móti henni eftir Krabbe.<sup>3</sup> Þésanum var dreift ókeypis inn á öll heimili í landinu.

Næstu áratugi skipulögðu yfirvöld víðtækar aðgerðir til að útrýma sullaveiki í mönnum og dýrum. Upphaflega hafði Krabbe forystu í þessum verkum



5. mynd. Sýni sníkjudýra á Dýrafræðisafninu í Kaupmannahöfn. Í forgrunni sést flóarbandormurinn (*Dipylidium caninum*), annars vegar uppsettur á gleri, hins vegar bundinn upp. Krabbe fann flóarbandorminn í 57% hunda á Íslandi 1863. – Racks with parasite samples in the Zoological Museum of Copenhagen. In the front of the photographs the flea tapeworm (*Dipylidium caninum*) is mounted on a microscopical slide as well as tied up in a jar. Krabbe found the flea tapeworm in 57% of dogs examined in 1863. Ljósmynd. / Photo: Karl Skírnisson.

en brátt tóku Íslendingar sjálfir við keflinu, ekki hvað síst lækarnir Jón Hjaltalín, Jón Finsen og Jónas Jónassen. Byggðu þeir á góðum ráðum frá Harald Krabbe.<sup>18</sup> Upplýsingar og fræðsla til almennings var eitt af aðalatriðunum í baráttunni. Þannig lét þáverandi landlæknir, Jónas Jónassen (1849–1910), í tvígang dreifa prentuðum upplýsingabæklingi um sullaveiki með leiðbeiningum stjórnvalda um viðnámsaðgerðir, fyrst 1884<sup>19</sup> og annarri útgáfu sama bæklingis 1891.<sup>20</sup>

Árið 1869 brugðust stjórnvöld við hinum nýfengnu upplýsingum um útbreiðslu sullaveikinnar. Gefin var út konungleg tilskipun „um hundahald á Íslandi“ þar sem meðal annars var kveðið á um skráningu smalahunda og skatt á hunda sem ekki voru notaðir í atvinnuskyni. Þetta vakti litla lukku í sveitunum en örlögin snerust

á sveif með yfirvöldum því hundafár geisadi innanlands í þrígang, fyrst 1870, aftur 1888 og enn á ný 1890. Það ár voru sett lög sem miðuðu að því að fækka hundum enn frekar.<sup>21</sup> Auk þess að fækka hundum var eitt mikilvægasta atriði í baráttunni við sullaveikina að rjúfa lífsferilinn, koma í veg fyrir að hundar næðu að éta sollin líffæri. Sullum bar að farga, annaðhvort brenna þá í eldi eða grafa svo djúpt í jörðu að hundar næðu ekki til þeirra. Fólk var enn fremur bent á að forðast sem mest samneyti við hunda. Þeir sem skipulögðu aðgerðir vissu sem var að hundar gátu verið með bandormum þrátt fyrir að hafa fengið niðurgangsslyf.<sup>8</sup> Til fróðleiks má geta þess að virkt bandormalyf, praziquantel, sem drepur bandormana í íðrum hunda, kom ekki á markað fyrir en árið 1977.

## SKJÓTUR ÁRANGUR

Viðnámsaðgerðirnar tóku strax að skila árangri. Fólk var að mestu hætt að smitast af sullaveiki strax á síðasta áratug 19. aldar. Raunar er ekki vitað um nema átta einstaklinga sem smitust af sullaveiki alla 20. öldina.<sup>23</sup> Yngsti sjúklingurinn í þeim hópi er talinn hafa smitast á sjötta áratug aldarinnar þannig að þá var bandormurinn sannarlega enn til staðar í hundi nálægt sjúklingnum. Síðasta dauðsfall af völdum sullaveiki varð árið 1960. Þá lést 23 ára kona sem talin er hafa smitast ung að árum.<sup>8</sup>

Hérlendis voru hundar hvað lengst smitaðir af ígulbandormi í Suður-Múlasýslu. Þar varð síðast vart við ígulbandorm í hundum á öndverðum áttunda áratug síðustu aldar. Síðasti sullaveiki nautgripurinn hafði fundist hérlendis nokkru fyrir, árið 1960.<sup>8</sup>

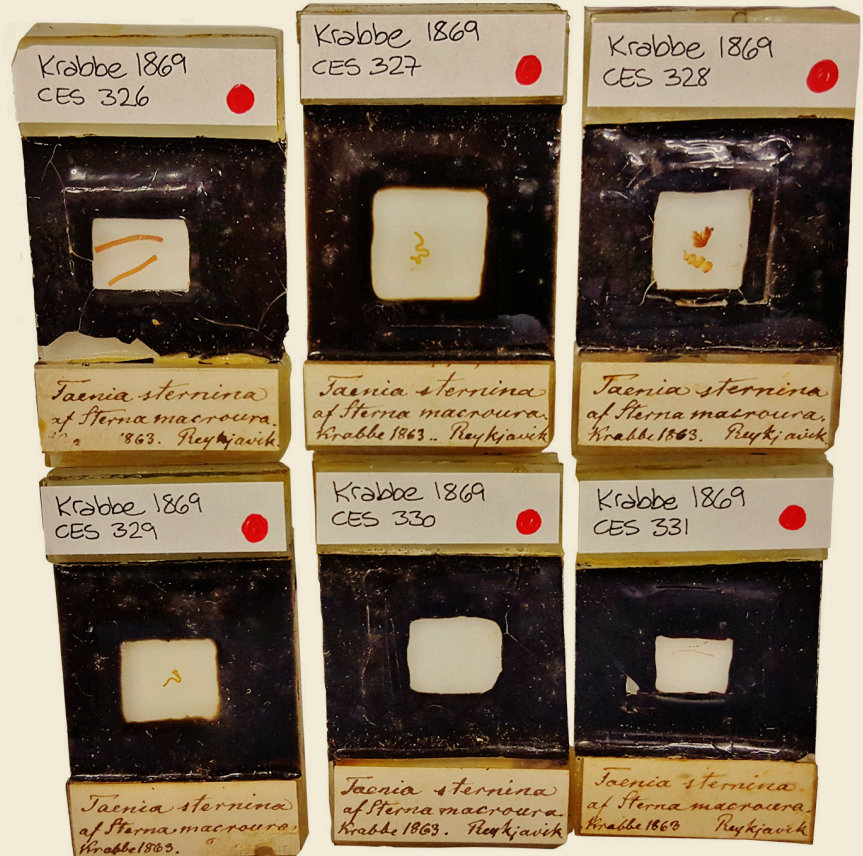
# TÝPUSÝNI – FRUMEINTÖK

Sex smásjargler (númer 326 til 331) með ýmsum líkamshlutum bandorms, *Parict-erotaenia sternina* (Krabbe, 1869), sem Harald Krabbe safnaði í Reykjavík sumarið 1863 úr meltingarvegi kríu (*Sterna paradisæa*; gamalt samheiti þess fugls, *Sterna macrura*, er ritað á glerin). Upphaflegt heiti tegundarinnar var *Taenia sternina* n. sp. Krabbe, 1869.

Hér eru á ferðinni frumeintök (oft nefnd týpusýni) og er lýsing tegundarinnar byggð á þessum sýnum. Frumeintök á Dýrafræðisafninu í Kaupmannahöfn eru auðkennd með rauðum punkti.

Vitað er um 76 tegundir fuglabandorma sem Krabbe lýsti sem nýjum tegundum fyrir vísindin þannig að algengt er að rekast á sýni merktum rauðum punkti í safninu.

Kollegar við háskóla og dýrafræðisöfn skiptast oft á sýnum þegar unnið er að lýsingu tegundar. Vitað er að Krabbe heimsótti söfn í Evrópu, meðal annars í Berlín, til að stúdera þar sýni kolleganna. Jafnframt fékk hann send eintök til skoðunar á Dýrafræðisafnið í Kaupmannahöfn. Ljós./Photo: Karl Skírnisson.



Margir samverkandi þættir leiddu til þess að mönnum tókst ætlunarverkið, að útrýma ígulbandorminum og þar með sullaveiki á Íslandi. Sú niðurstaða hefur vakið heimsathygli og er oft tíunduð í fræðiritum. Það að búa á eyju, þar sem hægt er að takmarka innflutning hunda, skipti vissulega mestu máli í aðgerðum til að koma í veg fyrir endursmit. Innflutningur hunda til landsins var bannaður frá 1906 allt fram til ársins 1989, og eftir það einungis leyfður að uppfylltum ákveðnum skilyrðum, innflutningi í gegnum einangrunarstöð, tilheyrandi eftirliti og lyfjum sem drepa ormasmit í hundum.<sup>24</sup>

Einbeittur vilji landsmanna til að losna við sullaveikina skipti þó sköpum. Margt hjálpaði í þeirri baráttu. Sauð-

fjánhald breyttist eftir að aðgerðirnar hófust. Hætt var að færa frá og hafa ær í kvíum, sauðaeldi lagðist af, á tímabili var fé flutt lifandi úr landi og skipulagning slátrunar breyttist. Slátruhús voru reist þar sem fé var slátrað, eingöngu á haustin, undir vökulu eftirliti sérþjálfaðra starfsmanna sem leituðu skipulega að sullum og skráðu það sem þeir fundu þannig að hægt var að fylgja eftir með aðgerðum þegar vart varð við sullaveikt dýr. Og búskaparhættir breyttust. Fólksflutningar úr sveitum á mölina jukust jafnt og þétt eftir því sem leið á öldina og fólk settist að í þéttbýli þar sem sjaldnast var að finna hunda eða sauðfé, aðalleikendurna í lífsferlinum.<sup>7,13</sup>

Harald Krabbe leit yfir farinn veg árið 1890 og ritaði þá yfirlitsgrein þar

sem hann rekur í tímaröð hvernig þekking á sullaveikinni kom fram og hvaða viðnámsaðgerðum var beitt á hverjum tíma. Ekki fer þó á milli mála óánægja hans með að tillögur hans um að fækka hundum í landinu höfðu ekki orðið að veruleika, því undir lok níunda áratugarins voru enn hátt í 10 þúsund hundar í landinu.<sup>18</sup> Þótt hundunum fækkaði hægt skipti vitneskjan um að hundar mættu ekki komast í sollin líffæri greinilega sköpum, því að hratt og örugglega dró úr smitinu.

Tafla 1. Á þessum árum var bandormum gjarnan lýst undir ættkvíslarheitinu *Taenia*. Svigi utan um nafn og lýsingarártal táknað að tegundin hafi við endurskoðun verið flutt yfir í aðra ættkvísl.

Fræðiheiti Krabbe	Núverandi heiti skv. Fauna Europea	Hýsill á Íslandi
<i>Taenia sternina</i> n. sp.	<i>Paricterotaenia sternina</i> (Krabbe, 1869)	Kría ( <i>Sterna paradisea</i> )
<i>Taenia larina</i> n. sp.	<i>Alcataenia larina</i> (Krabbe, 1869)	Hettumáfur ( <i>Larus tridactylus</i> )
<i>Taenia micracantha</i> n. sp.	<i>Alcataenia micracantha</i> (Krabbe, 1869)	Hettumáfur ( <i>Larus tridactylus</i> )
<i>Taenia capillaris</i> , Rudolphi 1810	<i>Confluaria islandica</i> , Vasileva, Skirnisson & Georgiev 2008	Flórgoði ( <i>Podiceps auritus</i> )
<i>Taenia rhomboidea</i> , Rudolphi 1819	<i>Aploparaksis furcigera</i> (Rudolphi, 1819)	Stökkönd ( <i>Anas platyrhynchos</i> )
<i>Taenia socialis</i> , Rudolphi 1810	<i>Alcataenia armillaris</i> (Rudolphi, 1810)	Langvía ( <i>Uria troile</i> )

## RANNSÓKNIR KRABBE Á EFNIVIÐI FRÁ ÍSLANDI

Eins og áður hefur komið fram beindust rannsóknir Haralds Krabbe hér á landi fyrst og fremst að því að rannsaka bandormna í hundum og köttum sem mynda sulli í fólki, sauðfé og nautgripum.<sup>3-5,15</sup> Einnig fann hann ígulull í eina svíninu sem hann náði að kryfja hér á landi. Hér má bæta því við að ígulullir hafa aldrei fundist hér í hrossum eða hreindýrum (*Rangifer tarandus*).<sup>8</sup>

Meðfædd forvitni rak Harald Krabbe til rannsókna á öðrum sníkjudýrum sem rak á fjöurnar. Gilti þá einu hvort um var að ræða bandormna eða þráðormna. Skoðum það nánar.

### Bandormar í íslenskum spendýrum

Krabbe fann refabandorminn (*Mesocestoides canislagopodis*) í eina melrakkanum (*Vulpes lagopus*) sem hann krufði í Íslandsdvöl sinni og sá að þarna var á ferðinni áður óþekkt tegund sem hann lýsti fljótlega fyrir vísindin.<sup>5</sup> Meira en öld síðar endurlýstum við tegundinni og er þar tekið mið af fleiri greiningareinkennum en þeim sem getið er í frumlýsingunni.<sup>25</sup> Tegundin hefur hvergi annars staðar verið staðfest í heiminum. Á síðari árum hefur lífsferillinn verið til rannsókna en hann er ekki ennþá að fullu þekktur. Annað lirlustig tegundarinnar (nefnt *tetrathyridum*) hefur fundist hér bæði í rjúpu (*Lagopus muta*)<sup>26</sup> og hagamús (*Apodemus sylvaticus*)<sup>27</sup> og nú er hafin leit að fyrsta lirlustiginu í lífsferlinum í skordýrum og áttfætlum sem safnað

var við greni melrakka. Þannig standa vonir til að upplýsa megi lífsferilinn.

Í köttum fann Krabbe bandorminn *Taenia taeniaformis* og við krufningu á þremur brúnrottum (*Rattus norvegicus*) fann hann lirlustig tegundarinnar (*Cysticercus fasciolaris*).<sup>5</sup>

### Þráðormar í íslenskum spendýrum

Við hunda- og kattakrufningarnar fann Harald Krabbe tvær tegundir þráðormna, hundaspóluorminn (*Toxocara canis*) og kattaspóluorminn (*Toxocara cati*). Þá gengu þessir spóluormar undir nöfnunum *Ascaris marginata* og *Ascaris mystax*.

Í dagbókarfærslu 6. október 1863 segir Krabbe að hann hafi fengið fregnir af faraldri árið 1855 af völdum þráðormsins *Strongylus filaria* í veturgömlu fé í Árnessýslu. Þar mynduðu ormar kös eftir að hafa flætt út um vit dauðra kindna.<sup>6</sup> Þarna var á ferðinni stóri barkapípuormurinn, lungnaormur sem nú gengur undir nafninu *Dichtyocaulus filaria* en er, vegna ormalyfjagjafa, orðinn sjaldgæfur í fé á Íslandi.<sup>28</sup>

### Íslensk fuglasníkjudyúr

Í rannsóknarferðinni 1863 leitaði Krabbe að bandormum í ýmsum villtum fuglum. Til dæmis getur hann þess í dagbók sinni að honum hafi verið færður til skoðunar hrafn (*Corvus corax*).<sup>6</sup> Ekki virðist hann hafa fundið bandorm í krumma. Aftur á móti greindi hann sex tegundir í öðrum fuglum sem hann rannsakaði (1. tafla). Þremur þeirra hafði kollegi hans Karl Rudolphi raunar lýst áður, en hinum

þremur lýsti hann sjálfur fyrir vísindin (Krabbe 1869a).<sup>29</sup>

## RANNSÓKNIR OG RITSTÖRF KRABBE Í DANMÖRKU

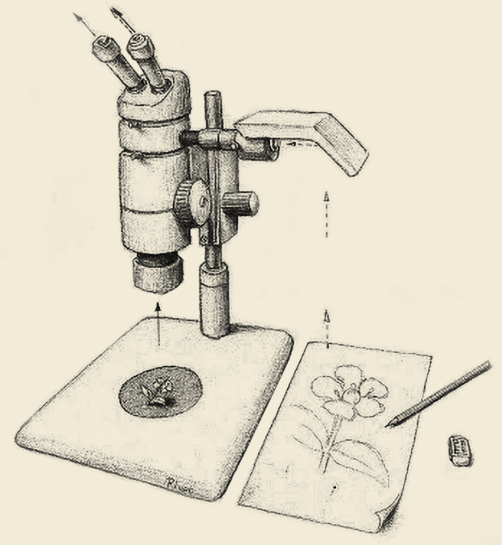
### Mannasníkjudyúr

Á árunum 1862 til 1905 birti Harald Krabbe að minnsta kosti níu greinar um mannasníkjudyúr. Fjórar þeirra birtust á árunum 1862 til 1876 í ritinu *Ugeskrift for Læger*. Um er að ræða danskar þýðingar á jafnmörgum köflum sem áður höfðu birst á þýsku í handbók um mannasníkjudyúr eftir Rudolf Leuckart. Elsta greinin er um bandormna,<sup>30</sup> sú næsta fjallar um ögður og blóðsugur,<sup>31</sup> þriðja er um þráðormna<sup>32</sup> og sú fjórða um þráðormna og nokkra bandormna sem ekki hafði áður verið minnst á.<sup>33</sup> Þarna er að finna ágætt yfirlit um nýjustu þekkingu á mannasníkjudyrum á þessum tíma.

Fimmta greinin fjallar um hættulegustu sníkjudýr mannsins,<sup>34</sup> birtist í ritinu *Hygieiniske Meddelelser* og miðast við aðstæður í Danmörku. Þar eru til umfjöllunar sníkjudýr í mönnum sem á lirlustigi lifa í nautgripum (*Taenia saginata*), svínunum (*Taenia solium*) eða ferskvatnsfiskum (breiði bandormur mannsins, *Dibothriocephalus latus*). Einnig er fjallað um ígulullinn og trikinur, sem stundum eru nefndar fleskormar, en það eru þráðormar af ættkvíslinni *Trichinella*. Ekkert þessara sníkjudýra er landlægt á Íslandi en sumar tegundirnar hafa fundist á seinni árum í ferðalöngum sem hafa smitast erlendis.<sup>35</sup>

# RANNSÓKNARAÐFERÐIR

Harald Krabbe er heldur spar á aðferðalýsingar í ritgerðum sínum. Til dæmis er óljóst hvernig hann leitaði að ígulbandorminum (*Echinococcus granulosus*) í hundunum sem hann krufði á Íslandi 1863. Ormurinn verður aðeins nokkurra millimetra langur. Líklega sést hann best þegar búið er að rista görnina upp og skola fæðuleifar burt. Þá ættu ígulbandormarnir að sjást skaga inn í þarmaholið, sérstaklega þegar smit er mikið. Aðrar bandormategundir hundsins eru miklu stærri og sjást auðveldlega með berum augum. Sníkjudýr til að varðveita og skoða síðar í vinnustofu voru sett í 70% vínanda í þétt ílát. Í þeim styrkleika vínandans halda ormar upprunalegri lögun.



## TEIKNITÚPA

Teikningar voru gerðar með hjálp teiknitúpu. Henni var komið fyrir á ljósmásjá sem stækkaði allt að 245-falt, og gerir sérstök speglunartækni athugandanum kleift að sjá odd skriffæris í sjónsviði smásjárinnar. Þannig er hægt að rissa útlínur þess sem teikna skal á teikniblað sem komið hefur verið fyrir við hlið smásjárinnar. Þessari tækni beitti Krabbe óspart þegar hann dró upp útlit greiningareinkennanna sem verið var að lýsa hverju sinni. Krabbe var greinilega með ágætari græjur og dráttthagur í betra lagi; nákvæmnin skín út úr teikningum hans.

## INNSTEYPING Á SMÁSJÁRGLEI

Í vinnustofu voru útbúin sýni sem hægt var að skoða nákvæmlega í ljóssmásjá. Myndir frá Dýrafræðisafninu í Kaupmannahöfn (5. og 7. mynd) tala sínu máli um fjölbreytileika sýnanna sem þar voru útbúin. Á meðfylgjandi mynd sjást 20 smásjargler. Þar hafa hausar, einstakir liðir eða margir liðir saman, stundum hlið við hlið, verið litaðir með sérstökum lit (til dæmis karmíni) sem sest í ákveðin líffæri, til dæmis æxlunarfærin. Eftir að hafa komið ormunum fyrir á smásjargleri er sýnið þakið gulu gagnsæju innsteypingarefni og þunnt þekjugler lagt yfir. Þegar þornað hefur í kringum þekjuglerið er hægt að skoða einstaka líkamsparta ormsins í ljóssmásjá við mikla stækkun.

## KRÓKAR Á BANDORMSHAUSUM

Lýsingar bandorma á 19. öld byggðust ekki hvað síst á nákvæmum rannsóknum á útliti króka á hausnum, og þurftu mælingar helst að vera með 1 µm nákvæmni. Myndin hér til hliðar sýnir mismunandi lögun króka á fimm aðskildum tegundum fuglabandorma. Sex krókar sjást einnig inni í lifru sem enn er lokuð inni í eggi bandorms (Krabbe 1869).







6. mynd. Dýrafræðisafnið í Kaupmannahöfn tók formlega til starfa 1862. Sýningarhlutanum var lokað við endurskipulagningu 2022 en til stendur að opna sýningar að nýju undir merkjum Náttúrgripasafns Danmerkur við Kaupmannahafnarháskóla 2025. – The Zoological Museum in Copenhagen was established in 1862. Exhibitions were closed in 2022. The Museum will reopen as a part of the the Natural History Museum of Denmark, affiliated to the University of Copenhagen, in 2025. Ljósmynd./Photo: Karl Skírniðsson.

Síðustu fjórar greinarnar birtust á árunum 1880 til 1905 í *Nordiskt Mediciniskt Arkiv*. Greina þær frá smiti af völdum fjögurra bandorma í mönnum í Danmörku (alls 451 manni) sem greinst höfðu með bandormasmit á síðustu áratugum 19. aldar, raunar allt fram til 1905. Algengastur var nautgripabandormurinn (*Taenia saginata*), sem fannst í 320 mönnum, smittíðnin 71%. Svínakjötsbandormurinn (*Taenia solium*) var í öðru sæti, fannst í 17% tilvika; breiði bandormurinn (*Dibothriocephalus latius*) var í 8% einstaklinganna, en flóarbandormurinn (*Dipylidium caninum*) var sjaldgæfastur (4%).<sup>1,36–38</sup>

### **Íðraormar húsdýra**

Árið 1872 birti Krabbe viðamikla yfirlitsgrein (55 bls.) um íðraorma í húsdýrum.<sup>39</sup> Þar skiptir hann íðraormum í fjóra hópa, bandorma, ögður, þráðorma og krókhöfða. Síðan fer hann yfir allar tegundirnar sem þá voru þekktar innan þessara hópa í níu tegundum húsdýra (hrossum, svínnum, nautgripum, sauðfé, hundum, köttum, hænsnum, öndum og

gæsnum) og rekur algengi þeirra og skaðsemi. Samantektin lýsir yfirgripsmikilli og staðgóðri þekkingu. Til dæmis telur Krabbe upp 17 tegundir íðraorma í hænsnum, 15 í öndum og 13 í gæsnum. Áratug síðar bætir hann hátt í þremur tugum nýrra tegunda á þessa lista.<sup>40</sup> Greinarnar sýna berlega að Krabbe fylgdist náði með framþróun sníkjudýrafræðanna. Tveimur árum áður hafði hann birt grein um skaðann sem íðraormar geta valdið í mönnum og dýrum.<sup>41</sup>

### **Skodun bandormskróna og rannsóknir á lífsferlum**

Þegar árið 1862 birti Krabbe teikningar af krókum bandorma sem hann dró upp með hjálp teiknitúpu (sjá Innskotsgrein B).<sup>42</sup> Þegar hér var komið sögu höfðu bandormfræðingar áttáð sig á því að stærð og útlit króna var eins í lirlfum og fullorðnum ornum sömu tegunda. Bar hann saman króna úr lirlfustigum og fullorðnum bandormum hjá moldvörpu (*Talpa europea*), rauðref (*Vulpes vulpes*) og rádyri (*Capreolus capreolus*).

Nokkrum árum síðar ritar Krabbe aðra grein þar sem farið er yfir lífsferla bandorma sem lifa í fuglum og fiskum.<sup>43</sup> Lýsir hann meðal annars lirlfum úr svartsniglinum *Arion ater*. Nokkrum árum síðar greindi Krabbe frá því að tekst hefði að staðfesta að hundalúsin, *Trichodectes canis*, gæti verið millihýsill flóarbandormsins (*Dipylidium caninum*).<sup>44</sup> Á Íslandi er talið að mannaflóin (*Pulex irritans*), hafi fyrst og fremst gegnt því hlutverki.<sup>36</sup>

### **Tríkínur og tunguormar**

Fundist hafa fimm greinar frá árunum 1860 til 1867 í ritinu *Tidsskrift for Veterinairer* sem fjalla um tríkínu eða flekkorminn (*Trichinella spiralis*).<sup>45–49</sup> Fyrsta greinin er almenns eðlis og lýsir því hvernig mönnum tókst með tilraunum að ráða lífsferil sníkjudýrsins, hluti greinarinnar fjallar raunar um tunguorminn (*Pentastomum taenioides*). Hinar greinarnar fjalla almennt um tríkínur og um rannsóknir á algengi þeirra í svínnum og svínaafurðum, svo sem í reyktri skinku í Danmörku.



7. mynd. Sníkjudýr á Dýrafræðisafninu í Kaupmannahöfn eru jöfnum höndum varðveitt í geymsluvökva eða lituð og steipt inn á smásjárgler af ýmsum stærðum og gerðum. – Parasites in the collection of the Copenhagen Zoological Museum are kept fixed in jars and vials as well as stained and mounted on different-sized microscopical slides. Ljósmynd./Photo: Karl Skírnisson.

### Hjartaormur og flóarbandormurinn í hundi

Árið 1870 greinir Krabbe frá því að hafa fundið hjartaorminn (*Filaria immitis*) í hundi í Danmörku, þráðorm sem nú er nefndur *Dirofilaria immitis*. Hundar geta smitast þegar smitaðar moskítóflugur stinga þá.<sup>50</sup> Árið áður fjallaði hann í sérstakri grein um flóarbandorminn í hundi.<sup>44</sup>

### Hringormar í selum og tannhvöllum

Árið 1878 birti Krabbe lýsingar á tveimur tegundum þráðorma<sup>51</sup> sem til staðar voru á Dýrafræðisafninu í Kaupmannahöfn (5. mynd). Önnur þeirra er vel þekkt og heitir nú *Pseudoterranova decipiens*. Hún er algeng í mörgum selategunum, oft nefnd selormur. Upphaflega nefndi Krabbe hana *Ascaris decipiens*. Lirfurnar, svonefndir hringormar, finnast á þriðja þroskastigi (L3) í ýmsum tegundum sjávarfiska og geta þær lifað tímabundið í mönnum.<sup>52</sup> Hin tegundin hafði fundist í idrum tannhvala og nefndi Krabbe hana *Ascaris conocephalus*. Tegundin er nú ekki viðurkennd samkvæmt Fauna Europea,<sup>54</sup> Líklega var Krabbe að skoða hvalorminn (*Anisakis simplex*), sem Rudolphi hafði þegar lýst 1809.

### Hrossasníkjudýr

Harald Krabbe ritaði tvær greinar um hrossasníkjudýr. Önnur fjallaði um greiningu á stóra dreyraorminum (*Strongylus equinus*), sem hann nefndi Pallisade-

orminn (*Sclerostoma equinum*).<sup>54</sup> Stóri dreyraormurinn er meðal skæðustu orma sem sýkja hross. Fullorðnir sjúga þeir blóð úr þarmaveggnum en lirfustigið finnst í ýmsum líffærum, meðal annars í slagæðum í þarmahenginu, og getur þar valdið stíflum og jafnvel blóðtappa.<sup>55</sup> Í hinna samantektinni er greint frá athugunum Krabbe á idraormum 100 danskra hrossa sem felld voru í tengslum við anatómíukennslu höfundar við dýralæknaháskólann (KVL). Þar voru rannsakaðir bæði bandormar og þráðormar.<sup>56</sup>

### Fuglabandormar

Rannsóknir og ný þekking á lífsferli bandorma hleypti krafti í athaganir á bandormum í fuglum. Krabbe gekk snemma til liðs við þá rannsakendur. Árið 1866 ritaði hann grein um lirfustig bandorma, en þá voru rannsóknir á lífsferlum á frumstigi og þekkingin oftast brotakernd.<sup>45</sup> Tveimur árum síðar birti hann grein um bandorma í trölladóðru (*Otis tarda*), steppufugli sem lifir í Mið- og Suður-Evrópu. Efniviðinn fékk hann úr fugli sem drepist hafði í dýragarði á Jótlandi árið 1860. Hann lýsti tegundinni innan nýrrar ættkvíslar sem hann nefndi *Idiogenes*.<sup>57</sup>

Viðamesta grein Krabbe um fuglabandorma birtist 1869.<sup>29</sup> Þar fjallar hann á 120 blaðsíðum um 123 tegundir bandorma sem fundist höfðu við rannsóknir á 110 tegundum fugla. Alls birtast 303 penna-teikningar af greiningareinkennum á

tíu blaðsíðum í greinarlok. Höfundur leggur áherslu á að draga upp nákvæma lögun króka á haus fullorðinna bandorma, skoða niðurröðun þeirra og telja fjölda mismunandi króka-gerða. Hann lýsir einnig útliti eggja og stærð, stökum liðum, staðsetningu kynopa og útliti æxlunarfæra. Auk þess sem hann safnaði sjálfur á Íslandi (1. tafla) fékk hann sendan efnivið til rannsókna frá kollegum sem söfnuðu fuglabandormum í Tønder í Danmörku, í Færeyjum og á Grænlandi. Af þeim 123 tegundum sem fjallað er um í greininni voru 59 áður óþekktar í vísindaheiminum.

Árið 1882 birtir Krabbe aðra grein um fuglabandorma.<sup>58</sup> Þar segir frá 42 tegundum sem safnað var á fimm aðskildum landsvæðum. Þarna er á ferðinni nokkurs konar uppsóp efniviðar sem Krabbe fékk í hendur eftir stóru bandormagreinina. Flestar tegundanna, 26 talsins, voru upprunnar í Túrkkistan, landsvæðum í Mið-Asíu sem þá voru undir stjórn Rússakeisara. Þeim safnaði árin 1870 og 1871 prófessor Aleksej Fedtsjenko í Moskvu en sá lést áður en rannsóknunum á þessum efniviði var lokið. Þar fann Harald Krabbe 10 áður óþekktar tegundir en 16 voru þegar þekktar. Sem fyrr söfnuðu kollegar bandormum fyrir Krabbe á ýmsum stöðum í Danmörku, Færeyjum, Grænlandi og í Þýskalandi. Í þessum efniviði fundust 16 nýjar tegundir sem hann lýsti fyrir vísindin.

Samanlagt greindi Harald Krabbe því 166 tegundir bandorma í ofangreindum efniviði, 76 tegundanna voru áður óþekktar í vísindaheiminum.

### Fiskasníkjúdyr

Árið 1860 safnaði aðstoðarmaður Haralds Krabbe í Godhavn eða Qeqertarsuaq á Grænlandi, Christian Søren Marcus Olrik að nafni, tíu sérkennilegum bandormum úr ferskvatnsfiski sem þeir nefndu *Salmo carpio*. Óljóst er hvaða laxfiskur þetta var, væntanlega þó bleikja (*Salvelinus alpinus*), en við lýsingu tegundarinnar heiðraði Krabbe Olrik með því að nefna bandorminn eftir honum, *Diplocotyle olrikii*.<sup>59</sup>

### EFTIRMÁLI

Þegar litið er yfir ævistarf Haralds Krabbe verður ljóst að hann varði til-  
tölulega stuttu skeiði starfsævinnar við að kanna sníkjudýrafánu Íslands. Sú vinna reyndist Íslendingum engu að síður sérlega notadrjúg. Verðmætast var það framlag hans sem leiddi til þess að sullaveikismit innanlands minnk-  
aði hratt og örugglega og að lokum tókst að útrýma algerlega því illræmda sníkjudýri sem sullinum olli. Í leiðinni hurfu höfuðsóttarbandormurinn, netju-  
sullbandormurinn og flóarbandormurinn. Ekki má gleyma ýmsum öðrum rannsóknunum hans héraendis, athugunum sem sumar urðu fyrstar sinnar tegundar.

Í öskju sem merkt er Haraldí Krabbe á sérprentasafni Dýrafræðisafnsins í Kaupmannahöfn fann höfundur 35 rit-  
smíðar. Tvær til viðbótar fundust í sér-

prentasafni sníkjudýradeildar Tilrauna-  
stöðvarinnar á Keldum. Allra er getið í þessari samantekt. Við lestur þessara ritsmíða sést að Krabbe tók virkan þátt í að móta þekkingu samtímans. Sér-  
taka athygli vekja yfirlitsgreinar hans um manna- og húsdýrasníkjúdyr. Þeim var augljóslega ætlað að koma nýjustu þekkingu fræðasamfélagsins á framfæri. Þar sést vel hversu náíð höfundur fylgdi með framþróun fræðanna og hvernig það brann á honum að miðla þeim fróð-  
leik áfram til nemenda og hagaðila.

### SUMMARY

#### Harald Krabbe (1831-1917) – pioneer of parasitological research in Iceland

In the 19th century Iceland had the highest incidence of human echinococcosis ever recorded anywhere. In 1863, Doctor Harald Krabbe from the Royal Veterinary and Agricultural University in Copenhagen came to Iceland to study the serious hydatid problem. He found out that 28 out of 100 dissected dogs were infected with *Echinococcus granulosus*. Furthermore, almost all slaughtered sheep and cows on the island were infected with hydatid cysts. By that time, also one out of every five or six Icelanders were estimated to suffer from hydatid disease. After his research in Iceland Harald Krabbe became the chief adviser to the Icelandic government on the prophylactic measures introduced to eliminate the disease. The campaign became successful, strongly supported by Icelandic physicians, veterinarians

and the general public. Not least the success based on the education of the public on the nature of the disease, and preventing dogs from gaining access to infective raw offal. The dreadful parasite was eradicated in Iceland almost half a century ago.

In Iceland, Harald Krabbe studied the helminth fauna of dogs and cats. Also, he examined parasites of arctic fox, brown rat and various wild bird species. Having studied the material he described four cestodes as new species to science, one from the arctic fox, three from wild birds.

In Denmark, Harald Krabbe continued working on life cycles, pet and husbandry animals, different wild hosts and last but not least humans. He mainly kept on focusing on cestodes, to somewhat lesser extent also on nematodes. For example he described *Pseudoterranova decipiens*.

Working in the Zoological Museum of Copenhagen some years ago I found a reprint box in the library with 35 publications authored by Harald Krabbe. These reprints are listed in the reference list of the present article, and are shortly referred to in the text. Two further articles were detected in the reprint collection archived in the Laboratory of Parasitology at Keldur. Titles of these articles reflect broad interest during the extensive and successful scientific career of Harald Krabbe. Describing at least 76 bird cestodes to be new species to science will certainly remind future taxonomists to the extraordinary contribution of Harald Krabbe to the field of parasitology.

### ÞAKKIR

Höfundur fékk vinnuáðstöðu á Dýrafræðisafninu í Kaupmannahöfn í þriggja mánaða rannsóknarleyfi frá Tilraunastöðinni á Keldum árið 2017. Þar naut ég einstakrar gestrisni starfsfólks, ekki hvað síst þeirra Reinhardts Møbjergs Kristensens og Lauru Pavesi. Hluta tímans naut ég þeirra forréttinda að fá að dveljast í fræðimannsbúðinni í Jónhúsi í Kaupmannahöfn. Fyrir þetta þakka ég af alhug.

### UM HÖFUNDINN



**Karl Skírnisson** (f. 1953) lauk BS-prófi í líffræði við Háskóla Íslands árið 1977, BS-Honours-prófi við sama skóla árið 1979 og doktorsprófi frá Háskólanum í Kiel í Þýskalandi árið 1986. Karl vann á Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði á Keldum á árunum 1979 til 1981 og frá 1987 til 2023 vann hann þar í fullu starfi við rannsóknir á sníkjudýrum og dýrasjúkdómum, en nýtur þar nú stöðu emeritus-vísindamanns.

**Karl Skírnisson** | Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði | Keldum við Vesturlandsveg  
IS-112 Reykjavík | karlsk@hi.is  
karl.skirnisson@gmail.com

## HEIMILDIR

1. Krabbe, H. 1905. Über das Vorkommen von Bandwürmern beim Menschen in Dänemark. Abschließende Mitteilung. Nordiskt Mediciniskt Arkiv 3(1). 1–12.
2. Krabbe, H. 1862. Involdsormenes Forekomst i Hundens og Kattens Tarmkanal. I Hundens. II Kattens. Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskabs Forhandling 1862. 1–11.
3. Krabbe, H. 1864. Athugasemdir handa Íslendingum um sullaveikina og varnir móti henni. J.H. Schultz, Kaupmannahöfn. 18 bls.
4. Krabbe, H. 1864. Undersøgelser angaaende Forekomsten af Involdsorme i Hundens og Kattens Tarmkanal i Danmark og paa Island. Tidsskrift for Veterinairer 12. 175–195.
5. Krabbe, H. 1865. Helminthologiske Undersøgelser i Danmark og paa Island med særligt Hensyn til Blæreormlidelserne paa Island. Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskabs Skrifter. Naturvidenskabernes og Matematisk Afdeling 5(7). 347–408.
6. Krabbe, H. 2000. Harald Krabbe: Dagebog fra tre rejser til Island i årene 1863–1871. Útg. I. Katić. Veterinærhistorisk Forskning, Viby (Sjælland). 112 bls.
7. Páll Agnar Pálsson 1984. Echinococcosis and its elimination in Iceland. Historia Medicinæ Veterinariae 1. 4–10.
8. Karl Skírnisson 2017. Bandormafána landspendýra á Íslandi að fornu og nýju. Náttúrufræðingurinn 87(3–4). 116–131.
9. Hákon Finnsson 2016. Ævisaga Hákonar Finnssonar 1874–1905. Bls. 18 (Fyrsta lækningin af sullaveiki) og bls. 23 (Ekki laus við sullaveikina) í: Frá Brekkum á Rangárvöllum að Borgum í Hornafirði (ritstj. Karl Skírnisson & Hákon Hansson). Háskólaprent, Reykjavík.
10. von Siebold, C.T. 1853. Über die Verwandlung der Echinococcus-Brut in Taenien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 4. 409–425.
11. von Siebold, C.T. 1854. Über die Band- und Blasenwürmer. Englemann, Leipzig. 115 bls.
12. Schleisner, P.A. 1849. Island undersøgt fra et lægevidenskabeligt Synspunkt. C.G. Iversen, Kaupmannahöfn. 202 bls.
13. Niels Dungal 1957. Eradication of hydatid disease in Iceland. New Zealand Medical Journal 56. 212–222.
14. Leared, A. 1862. Athugasemdir um sullaveikina á Íslandi. Íslendingur 3. árg., 14. tbl. 105–106. (Einnig birt í Þjóðólfi 23.12. 1862 (15. árg., 8.–9. tbl.), bls. 33–34).
15. Krabbe, H. 1865. Die Echinococcen der Isländer. Arkiv für Naturgeschichte 31(1). 110–126.
16. Krabbe, H. 1866. Om Kreaturholdet paa Island. Tidsskrift for Veterinairer 14. 1–5.
17. Krabbe, H. 1879. Dyr lægevæsenet i Island. Tidsskrift for Veterinairer och Landthushållere. 9. 178–182.
18. Krabbe, H. 1890. Blæreormlidelserne paa Island og de imod trufne Foranstaltninger. Tidsskrift for Veterinairer 20(2). 205–222.
19. Jónas Jónassen 1884. Sullaveikin og varúðarreglur gegn henni. Landssjóður, Reykjavík. 13 bls.
20. Jónas Jónassen 1891. Sullaveikin og varúðarreglur gegn henni. 2. útgáfa. Landssjóður, Reykjavík. 12. bls.
21. Guðmundur Magnússon 1913. Yfirlit yfir sögu sullaveikinnar á Íslandi. Fylgirit Árbókar Háskóla Íslands 1913. Reykjavík. 83 bls. (Tilskipun og lög um hundahald bls. 41–44).
22. Vilundur Jónsson 1954. Sullaveikirannsóknir Jóns Finsen og Haralds Krabbe. Skírnis 128. 134–175.
23. Guðni Arinbjarnar 1989. Fjögur sullatilkv á Fjórðungssjúkrahúsínu á Akureyri 1984–1988. Læknaþlaðið 75. 399–403.
24. Karl Skírnisson, Guðný Rut Pálsdóttir & Matthías Eydal 2018. Parasites of dogs and cats imported to Iceland during 1989 – 2017 with remarks on parasites occurring in the native populations. Icelandic Agricultural Sciences 31. 49–63.
25. Loos-Frank, B., Karl Skírnisson & Matthías Eydal 1992. *Mesocestoides canislagopodis* (Rudolphi, 1810) (Krabbe, 1865) (Cestoda: Mesocestoididae) from arctic foxes, *Alopex lagopus* (L.) in Iceland redescribed. Bulletin of the Scandinavian Society for Parasitology 2. 68–73.
26. Karl Skírnisson, Ólöf G. Sigurðardóttir & Ólafur K. Nielsen 2016. Morphological characteristics of *Mesocestoides canislagopodis* (Krabbe 1865) tetrathyridia detected in rock ptarmigan *Lagopus muta* in Iceland. Parasitology Reseach 115. 3099–3106. doi 10.1007/s00436-016-5065-7
27. Jouet, D., Aðalsteinn Örn Snæbjörnsson & Karl Skírnisson 2023. Wood mouse (*Apodemus sylvaticus* L.) as intermediate host for *Mesocestoides canislagopodis* (Rudolphi, 1810) (Krabbe 1865) in Iceland. Parasitology Research. <https://doi.org/10.1007/s00436-023-07911-6>
28. Hrafnkatla Eiríksdóttir & Karl Skírnisson 2021. Lung helminths of sheep (*Ovis aries*) in Iceland - prevalence, intensity, and geographic distribution in 1993. Icelandic Agricultural Sciences 34. 3–14. <https://doi.org/10.16886/IAS.2021.01>
29. Krabbe, H. 1869. Bidrag til Kundskab om Fuglenes Bændelorme. Videnskabernes Selskabs Skrifter, naturvidenskabelig og matematisk Afdeling 8(6). 251–368.
30. Krabbe, H. 1862. Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Ugeskrift for Læger 2(37). 1–18.
31. Krabbe, H. 1863. Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Ugeskrift for Læger 2(40). 1–14.
32. Krabbe, H. 1868. Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Ugeskrift for Læger 3(12). 1–10.
33. Krabbe, H. 1876. Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Ugeskrift for Læger 3(22). 1–10.
34. Krabbe, H. 1876. Nogle af Menneskets farligste Involdsorme, betragtede fra et hygieinisk Standpunkt. Hygieiniske Meddelelser. 121–150.
35. Karl Skírnisson, Sigurður H. Richter & Matthías Eydal 2003. Prevalence of human parasites in Iceland: Past and present status. Bls. 34–44 í: Parasites of the colder climates (ritstj. H. Akkuffo, I. Ljungström, E. Linder & M. Whalgreen). Taylor & Francis, London og New York.
36. Krabbe, H. 1880. Om Forekomsten af Bændelorme hos Mennesket i Danmark. Nordiskt Mediciniskt Arkiv 12(23). 1–13.
37. Krabbe, H. 1887. 300 Tilfælde Bændelorm hos Mennesket, iagttagne i Danmark. Nordiskt Mediciniskt Arkiv 19(1). 1–11.
38. Krabbe, H. 1896. Forekomsten af Bændelorme hos Mennesket i Danmark. Beretning om 100 nye Tilfælde. Nordiskt Mediciniskt Arkiv. 26. 1–12.
39. Krabbe, H. 1872. Husdyrenes Involdsorme. Tidsskrift for Veterinairer 20. 1–55.
40. Krabbe, H. 1882. Nyere Iagttagelser angaaende Husdyrenes Involdsorme. 1880. Tidsskrift for Veterinairer 30. 284–294.
41. Krabbe, H. 1880. Om den Skade, som foraarsages af Involdsorme. Tidsskrift for Naturvidenskab 18. 161–192.
42. Krabbe, H. 1862. Iagttagelser angaaende Blære-bændelorme. Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn 3. 1–7.
43. Krabbe, H. 1868. Om nogle Bændelorm-Ammers Udvikling til Bændelorme. Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn 9. 1–9.
44. Krabbe, H. 1869. Om Udviklingen af Hundens *Taenia cucumerina*. Tidsskrift for Veterinairer 17. 1–2.
45. Krabbe, H. 1860. *Pentastomum taenioides* og *Trichina spiralis*. Efter R. Leuckarts Undersøgelser. Tidsskrift for Veterinairer 8. 1–16.
46. Krabbe, H. 1865. Nogle Ord angaaende Trichinerne. Tidsskrift for Veterinairer 13. 1–10.
47. Krabbe, H. 1866. Undersøgelser og Forsøg vedrørende Trichinerne. Tidsskrift for Veterinairer 14. 1–10.
48. Krabbe, H. 1866. Fortsaatte undersøgelser og Forsøg vedrørende Trichinerne. Tidsskrift for Veterinairer 14. 11–17.
49. Krabbe, H. 1867. Meddelelser angaaende Trichinerne. Tidsskrift for Veterinairer 15. 1–8.
50. Krabbe, H. 1870. Rundorme (*Filaria immitis*) i Hjertet hos en Hund. Tidsskrift for Veterinairer 18. 1–3.
51. Krabbe, H. 1878. Sælernes og Tandhvalernes Spolorme. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandling 18. 43–26.
52. Karl Skírnisson 2022. Hringormar í fólk á Íslandi 2004–2020. Læknaþlaðið 108. 79–83.
53. Fauna Europea. Alþjóðlegur vefur með heitum úr dýrafræði. Slóð (skoðað 17.11. 2023): <https://www.gbif.org/dataset/90d9e8a6-0ce1-472d-b682-3451095db5a>
54. Krabbe, H. 1866. Pallisadeormen (*Sclerostoma equinum*) hos Hesten. Tidsskrift for Veterinairer 14. 10–16.
55. Matthías Eydal 2006. Snikjudýr í hrossum. Freyr 102(8). 13–15.
56. Krabbe, H. 1880. Undersøgelser angaaende Forekomsten af Involdsorme i Hestens Tarmkanal. Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn 20. 33–40.
57. Krabbe, H. 1868. Trappens Bændelorm. Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn 9. 122–127.
58. Krabbe, H. 1882. Nye Bidrag til Kundskab om Fuglenes Bændelorme. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. Naturvidenskabernes og Matematisk Afdeling 1(7). 349–369.
59. Krabbe, H. 1873. *Diplocotyle olrikii*, en uledet Bændelorm af Bothriocephalernes Gruppe. Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn 1-2. 22–26.

Ævar Petersen og Snæbjörn Pálsson

# Ánastaðahvalirnir 1882 og aðrar steypireyðar fundnar við Ísland

Í ÞESSARI GREIN er fjallað um þrjá efnispætti sem tengjast steypireyðum (*Balaenoptera musculus*) (1. mynd) auk aðferða til að tegundagreina sjávarspendýr. Gögn um steypireyðar til umfjöllunar eru: (1) Greining á beinasýnum úr hvölum sem lokuðust í ís við Ánastaði á Vatnsnesi árið 1882. Í ljós kom að öll fimm sýnin sem voru tekin reyndust vera steypireyðar; (2) samantekt á steypireyðum sem rekið hefur á fjöru (svonefndir rekhvalir), hafa fest í ís (íshvalir) eða drepist af öðrum orsökum (nema ekki er fjallað um beinar veiðar). Efni er skipt eftir öldum nema öllum hvölum fyrir 1800 er steipt saman í einn hóp vegna fárra skráninga. Skráningar á steypireyðum voru 46 í allt, dregnar úr gagnagrunni sem í hefur verið safnað gögnum úr margvíslegum heimildum yfir 40 ára skeið; (3) samantekt á

ritsmíðum fornleifafræðinga um uppgröft í öskuhaugum eða fornum býlum sem nefna hvalbein og hvort þau hafa verið greind til tegundar. Sýni úr Ánastaðahvölunum voru greind með sameindaaðferð sem er frekar ný af nálinni. Þar sem lítið hefur verið ritað um slíkar aðferðir á íslensku er hérna greint frá tveimur helstu aðferðunum. Reiknað er með að þessar aðferðir munu valda straumhvörfum í tegundagreiningum á beinum sjávarspendýra sem finnst við fornleifauppgröft á næstu árum. Aðferðir þessar munu einnig nýtast til að greina eldri efnivið sem hingað til hefur legið ógreindur. Efnispættir um steypireyðar voru skoðaðir eftir því hvernig dauða bar að, m.t.t. fyrrum veiða og breytinga á stofni tegundarinnar við landið.



1. mynd. Steypireyður – Blue Whale. Ljósmynd/Photo: Richard Carey

## INNGANGUR

Í maillok 1882 festust 32 stórhveli í ís við Ánastaði á Vatnsnesi í Vestur-Húnavatnssýslu. Veðurfar var óvenju slæmt þetta ár og hélst ís landfastur við Norðurland allt sumarið. Hvalakoma þessi reyndist mikill happafengur fyrir landsmenn sem voru á barmi hungursneyðar. Mannfjöldi dreif að hvalfjörrunni frá stórum hluta landsins til að ná sér í matföng, spik til ljósa og annað sem mátti nýta af hvöllum. Stóð hvalskurður yfir mestallt sumarið.

Saga þessi var nýlega tekin saman og birt í Náttúrufræðingnum.<sup>1</sup> Margar heimildir um þessa hvalakomu geta um stærð hvalanna og voru þeir nefndir stórfiskar, stórhveli eða reyðarhvalir. Nákvæmlega hvaða tegund eða tegundir áttu í hlut var hins vegar hvergi getið. Í fyrri hluta þessarar greinar er greint frá rannsókn hvaða tegundar Ánastaðahvalirnir voru. Miðað við stærð þeirra sem heimildarmenn gáfu upp komu helst tvær tegundir til greina, steypireyður (*Balaenoptera musculus*) og langreyður (*B. physalus*).

Lengi var ekki unnt að tegundagreina beinaleifar sjávarspendýra nema út frá ákveðnum beinum. Forn hvalbein eru oftast illgreinanleg eftir útliti, enda oft aðeins bútar, nema helst hausbein og tennur. Samanburðarbeinasöfn<sup>2</sup> eru fá í heiminum, stundum óaðgengileg eða bein úr tegundum sem koma til greina ekki til í þeim. Möguleikar til tegundagreininga á beinum sjávarspendýra hafa gjörbreytst vegna tilkomu nýlegra aðferða í sameindafræði.

Tvær sameindaaðferðir hafa verið þróaðar síðustu áratugi til að greina tegundir út frá beinasýnum. Sú fyrri byggir á samanburði DNA-raða en sú seinni nýtir samsetningu eininga í kollageni sem er byggingarefni beina.<sup>3</sup> Þessi síðari aðferð var notuð í þessari rannsókn til að greina bein sem enn eru til úr Ánastaðahvöllum frá 1882. Þar sem þessar aðferðir við tegundagreiningar á beinasýnum eru fremur nýjar af nálinni þótti ástæða til að lýsa þeim nánar fyrir lesendum.

Í öðrum hluta greinarinnar er fyrst fjallað um skráða hvalreka þar sem steypireyðar áttu í hlut, dýr sem lokuðust í ís eða drápu af öðrum orsökum. Ekki er fjallað um beinar veidar á steypireyðum en um dýr sem drápuðst óbeint vegna veida. Að lokum er fjallað

um hvalbein sem fundist hafa við skipulegan uppgröft í gömlum öskuhaugum eða við uppgröft fornra býla. Greiningar á slíku efni varpa ljósi á dýrategundir sem menn hafa nýtt á einhvern hátt og breytingar á nýtingu yfir aldirnar. Stundum hafa fundist hvalbein og má búast við að mörg þeirra, jafnvel flest, hafa verið úr strönduðum hvöllum, ekki síst fyrr á öldum þegar veiðitæki voru fátækleg og hvalveiðar á stórhvelum eins og steypireyðum takmarkaðar.

## AÐFERÐIR VIÐ TEGUNDAGREININGAR

Tvær aðferðir, raðgreining DNA og kollagengreiningar, hafa einkum verið notaðar til að greina bein sjávarspendýra til tegundar með sameindaaðferðum.

### Raðgreining DNA

Radir af DNA endurspeglar þróunarsögu tegunda, skyldleika einstaklinga innan tegunda og aðgreiningu stofna og tegunda. Vegna uppsöfnunar á stökkbreyttum genum er meiri munur á DNA-röðum milli tegunda eftir því sem lengra er liðið síðan þær áttu sameiginlegan forföður. Þannig er talað um sameindaklukkum sem tifar en mishratt eftir því hvaða svæði í erfðamenginu eru skoðuð og hvaða skorður eru á uppsöfnun breytinga í ákveðnum genum.<sup>4</sup>

Með því að velja ákveðna búta af erfðaeftir og ákvarða samsetningu af nukleótíða-röðum (A, G, C og T) má með einföldum samanburði oft finna úr hvaða tegund lífvera sýni eru komin. Gögn í genaböndum geyma upplýsingar um slíkar DNA-radir fyrir fjölda tegunda og nýtast til samanburðar. Slíkar aðferðir eru nú notaðar m.a. í rannsóknum á umhverfis-DNA (eDNA) sem eru að bylta rannsóknum á líffræðilegri fjölbreytni.<sup>5</sup>

Í rannsóknum á dýrum er oft stuðst við stuttar DNA-radir úr hvatberum en hvatberar eru frumulíffæri í heilkjörnungum sem upphaflega voru bakteríur. Þeir erfast frá móður til afkvæma og hafa sitt eigið erfðaeftir. Í BOLD-gagnagrunninum<sup>6</sup> og einnig í GenBank-gagnagrunninum<sup>7</sup> má finna upplýsingar um DNA-radir hvatbera úr mörgum dýrategundum og landfræðilegan breytileika innan þeirra. Gögn um hvatbera hafa reynst heppileg við slíka flokkun. Stökkbreytingar í hvatbera eru tíðari en í kjarna-DNA og þar sem þeir

erfast aðeins frá móður er stofnstærð þeirra minni en kjarnalitninga. Vegna minni stofnstærðar tekur yfirleitt styttri tíma fyrir ný afbrigði stökkbreytinga að verða allsráðandi í hvatberum innan tegunda en í kjarna-DNA. Þess vegna þróast DNA hvatbera almennt hraðar en DNA í kjarnalitningum. Auk þess er DNA-litningur hvatbera hringlaga, ólíkt DNA í kjarnalitningum, og varðveitist þarafleiddandi vel í gömlum sýnum. Ýmsar rannsóknir á gömlum efniviði hafa því byggst á greiningum á hvatbera-DNA, t.d. á fornum rostungsbeinum hér á landi.<sup>8</sup>

Framfarir í sameindaaðferðum og ört stækkandi genabankar hafa gert raðgreiningar á kjarna-DNA til tegundagreininga auðveldari. Þær geta einnig nýst til að greina nánari skyldleika milli einstaklinga innan tegunda. Greiningar á DNA úr gömlum sýnum eru þó ýmsum vandkvæðum háð. Það getur varðveist illa eða brotnað niður svo styrkur DNA-sameindanna er of lítill. Eftir því sem lengra liður frá því að lífveran var á lífi er aukin hættu á blöndun við DNA frá öðrum tegundum eða úr umhverfinu. Því getur verið vandasamt í slíkum tilvikum að fá viðunandi niðurstöður.<sup>9</sup>

### Kollagengreiningar

Hin aðferðin til að greina bein til tegundar út frá sameindum byggir á massageiningu kollagena eða ZooMS (sem er skammstöfun fyrir *Zooarchaeology by Mass Spectrometry*). Sú aðferð hefur reynst vel við greiningar á beinum sjávarspendýra eins og hvala. Með þessari aðferð er einnig unnt að greina tegundasamsetningu ef bein eru af margvíslegum toga á einum og sama fundarstaðnum.

ZooMS aðferðin var fyrst þróuð 2009.<sup>10</sup> Hún byggir á því að greina samsetningu byggingareininga kollagenpróteina í beinum með massageini MALDI-TOF (e. Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry). Samsetning eininganna er ólík eftir tegundum og er aðferðin mun ódýrari en DNA-raðgreining. Kollagen eru algeng byggingarprótein dýra allt frá svömpum til manna en til eru um 30 gerðir kollagenpróteina. Kollagen eru samsett úr endurteknum byggingareiningum sem mynda þrefaldan spirál (e. helix).<sup>11</sup> Í spendýrum skiptast þau upp í tvær samskonar *α1* keðjur og eina



2. mynd. Bein úr hvölunum sem lokuðust inni í ís við Ánastaði á Vatnsnesi vorið 1882. Ragnar Helgi Ólafsson (t.h.) og Guðmundur Jónsson (t.v.) standa hjá beinunum í garðinum að Ytri-Ánastöðum. – Bones of the whales ice-locked at the beach at the farm Ánastaðir (N-Iceland) in spring 1882. Ragnar Helgi Ólafsson and Guðmundur Jónsson assisted with sampling. (Ljósmynd. / photo. Ævar Petersen, 21.05.2021.

a2 keðju. Kollagenið COL1 er algengast í beinum og þar finnst um 80% af öllum próteinum.

Aðferðin við að greina tegundareinkenni kollagena byggir á nokkrum skrefum. Fyrst er kollagenið einangrað úr beinasýnunum. Síðan er það klippt niður í einingar með meltingarensími (próteasa), yfirlétt trypsíni sem klýfur C-enda peptíð-tengja hjá tveimur aminósýrum, argíníni (R) og lýsini (K). Þá er vatnssameindum bætt við hvert peptíð. Við þetta verður til safn af kollagen-peptíðum sem eru breytileg að lengd og þyngd en samsetning þeirra fer eftir tegundum. Þá er sýrustig peptíðlausnanna lækkað, peptíðin hreinsuð með síun og dreifð á sérstaka plötu MALDI (e. Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization) með neti (e. *matrix*) sem bindur peptíðin. Platan er síðan geisluð með leysigeisla sem hefur þau áhrif að peptíðin fá +1 hleðslu og verða að jónum. Rafsviði er beitt á jónirnar á sérstöku röri, eða TOF (e. Time-Of-Flight mass spectrometer), og færast jónirnar mishratt eftir þyngd í rörinu. Léttustu peptíðin ná ákveðnum skynjara fyrst en þau þyngstu síðast. Við þetta fæst massaróf (e. *mass spectrum*)

fyrir peptíðin sem er síðan staðlað fyrir hvert sýni í svokallað massahleðsluhlutfall ( $m/z$ ). Hver stærðarbútur myndar toppa á rófinu sem síðan má bera saman við massaróf af þekktum tegundum og ákvarða þannig úr hvaða tegund sýnin koma. Nánari lýsingu á kollagengreiningaraðferðinni og notkun hennar til tegundagreiningar má finna í yfirlitsgrein Richter o.fl.<sup>12</sup>

Tveir af toppum á massarófi kollagena eru ólíkir í steypireyðum og langreyðum. Stærðarbútur númer COL1a-2-502 er 1550,8  $m/z$  hjá steypireyðum en 1566,8  $m/z$  í langreyðum. Bútur númer COL1a2-793 er 2105,1  $m/z$  meðal steypireyða en 2135,1  $m/z$  hjá langreyðum. Aðrar tegundir hvala hafa enn ólíkara massaróf.

## ÁNASTAÐAHVALIRNIR

### Sýni

Í garðinum að Ytri-Ánastöðum á Vatnsnesi er enn að finna bein úr hvölunum sem festust í ís og voru skornir 1882 (2. mynd). Á sínum tíma höfðu beinin verið tekin heim úr hvalfjörinni neðan við bæinn (Guðmundur Jónsson munnl. uppl.). Þann 21. maí 2021 fór annar höfunda (ÆP) og Ragnar Helgi Ólafsson

í fylgd Guðmundar Jónssonar sem er ættaður frá Ytri-Ánastöðum og tóku svarfsýni úr beinunum til greiningar.

Alls voru tekin fimm sýni en þau voru úr tveimur hryggjarliðum, einu rífi og einum þvertind hryggjarliðar. Sýni þessi voru send til greiningar hjá BioArCh, efnafraeðistofu fornleifafræðideildar Háskólans í York á Englandi, í október 2022 og bárust niðurstöður um mánuði síðar sem telja má snögga afgreiðslu.

### Niðurstöður

Massagreining á öllum fimm beinasýnunum frá Ánastöðum leiddi í ljós hlutfall massahleðslu fyrir 10 prótínbúta úr COL1a1 og COL1a2. Búturnir sem greina milli steypireyða og langreyða (COL1a2 502 og COL1a2 793) reyndust allir vera með hlutföllin 1550,8  $m/z$  og 2105,1  $m/z$ . Engir bútar greindust með hlutföllin 1566,8  $m/z$  eða 2135,1  $m/z$  sem eru einkennandi fyrir langreyðar. Steypireyðar og langreyðar eru skyldar tegundir og hafa nokkrir kynblendingar milli tegundanna fundist hér við land samkvæmt DNA-greiningu, þar sem hlutar af erfðaeftni tegundanna hefur borist á milli þeirra.<sup>13,14</sup>

1. tafla. Í gagnagrunni um rekhvali, íshvali og aðrar skráningar eru að finna 46 skráningar sem skilgreindar eru sem steypireyðar. Rétt er að taka fram að tímabilin eru ekki jafnlöng utan tvö, 19. og 20. öld. – The database used for stranded whales, whales locked in ice, and others, includes 46 records for Blue Whales. It should be mentioned that the time periods are not of same length, except those of the 18th and 19th centuries.

Tímabil Period	Fjöldi tilvika No. of records
1800<	12
1801-1900	20
1901-2000	11
2001-2022	3
Heildarfjöldi/ Total nos	46

Samkvæmt niðurstöðu greininga voru öll beinasýnin úr steypireyðum. Það er önnur af tveimur hvalategundum sem giskað var á að höfðu fest í ís við Ánastaðafjörur vorið 1882 miðað við stærð dýranna eftir því sem heimildir kváðu um.<sup>1</sup>

### STEYPIREYÐAR VIÐ ÍSLAND

Annar höfunda (ÆP) hefur í liðlega fjóra áratugi safnað upplýsingum um hvalreka, hvali sem hafa fest í ís eða fundist hafa við ýmsar aðrar aðstæður. Þessar upplýsingar eru varðveittar í gagnagrunni en í febrúar 2023 voru hvalaskráningar alls 2082. Athugunum var safnað úr ýmsum heimildum, t.a.m. annálum, ævisögum, blaðagreinum, héraðslýsingum, handritum, tímaritsgreinum og fleiri skráðum upplýsingum sem og munnlegum heimildum. Reikna má með að margar ritaðar heimildir séu enn ófundnar svo víða sem gögn af þessu tagi geta leynst. Auk skráðra upplýsinga liggur sjálfsagt vitneskja um marga hvalreka óskráð hjá fólkinu í landinu og aðrar eru löngu glataðar. Ekki er unnt að telja upp allar notaðar heimildir vegna fjölda þeirra en þeim er haldið til haga í gagnagrunninum.

Þá var sérstaklega leitað að gögnum um hvali í heimildum um fornleifauppgroft í gömlum öskuhaugum eða fornum býlum og gefnar voru út eftir árið 1990. Heimildarnar voru skannaðar rafrænt eftir orðhlutunum „hval“, „whal“ eða „ceta“ eftir tungumálum. Þetta eru rit-

gerðir, skýrslur, doktorsritgerðir og bókarkafar. Þær voru síðan skoðaðar m.t.t. hvort aðeins var fjallað um hvali almennt og þá voru þær ekki skoðaðar frekar eða hvort einstakir beinafundir voru nefndir. Ennfremur var leitað eftir því hvort viðkomandi hvalbein voru útskornir gripir eða ekki. Einhverjar heimildir kann að vanta fyrir utan að ýmsar upplýsingar eru enn óbirtar hjá fornleifafræðingum. Stundum var sama efniviðar getið í tveimur eða fleiri ritum, t.d. frá Gásam í Eyjafirði og frá Steinboga og Hríshheimum í Mývatnssveit. Í heimildunum er einstaka sinnum kveðið á um hvort hvalirnir voru stórir eða litlir hvali. Alls voru skoðaðar 110 heimildir eða of margar svo hægt sé að telja þær upp en þeim er haldið til haga í gagnagrunni yfir heimildir.

### Rekhvalir og íshvalir

Úr gagnagrunni voru dregnar út upplýsingar um steypireyðar sem hafa rekið á fjörur, fundist innikróaðar í ís, fundist dauðar út á sjó, o.s.frv. (1. tafla). Hvalur sem lokaðist inni í ís var gjarnan nefndur íshvalur.<sup>15</sup> Orðið rekhvalur var notað um rekinn eða strandaðan hval á fjöru.<sup>16</sup>

Alls voru 46 skráningar þar sem tekið er fram í heimildum að um steypireyðar var að ræða. Þetta eru 2,2% allra skráninga í gagnagrunninum.

Á 3. mynd er sýnd dreifing steypireyða sem höfðu rekið, íshvala eða sem fundust dauðar á annan hátt við landið.

Af hvöllum sem hafa verið greindir

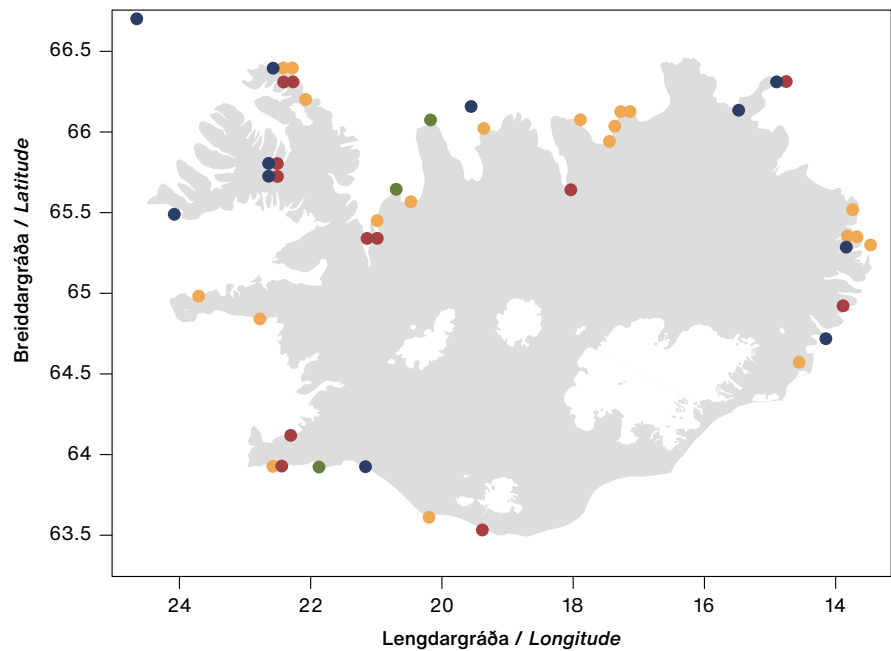
sem steypireyðar voru dýrin langoftast stök (43 tilvik, 94%). Einnig fundust tvö dýr saman (eitt skipti) og þrjú (1) en langflestar steypireyðar á sama tíma fundust við Ánastaði 1882.<sup>1</sup> Ekki eru óbyggjandi sannanir fyrir því að öll dýrin 32 hafi verið af sömu tegund. Í raun er óþekkt hvort sýnin fimm hafi verið úr einu eða fleiri dýrum enda beinin saman í hrúgu. Því er hugsanlegt að sum dýranna sem lokuðust í ís við Ánastaðafjöru vorið 1882 hafi verið hvalir af öðrum tegundum. Þar má fyrst og fremst nefna langreyði miðað við þá lengd sem getið er í heimildum.<sup>1</sup>

Af þessum 46 skráningum á steypireyðum fundust dýrin langoftast rekin á fjöru (28 tilvik, 61%). Önnur fundust föst í ís (8), dauð á reki úti á sjó (5), bein komu í veiðarfæri (2). Þá fannst dýr sært eftir skutul, annað flækt í kabátaneti og víraflækju og ein steypireyður var rekin á land af háhyrningum (*Orcinus orca*).

Mjög margir hvalir í gagnagrunninum eru ógreindir til tegundar, í alls 863 tilvikum (41,5% af 2082 skráningum). Reikna má með því að sumir þessara hvala hafi verið steypireyðar, ekki síst dýr sem menn kölluðu reyðarhvali, reyðarfiska eða reyður (63), skíðishvali, skíðfisk eða skíðisfisk (16), stórfiska, stórhvali eða stórhveli (31). Samtals eru þetta 110 tilvik, eða 5,3% allra hvalaskráninga sem voru í gagnagrunninum í febrúar 2023. Eitthvað af heitum sem kennd eru við fiska eru væntanlega til komin vegna þess að ekki mátti nefna



3. mynd. Staðir þar sem steypireyðar hafa fundist við Ísland og skráðar eru í gagnagrunni. Greinarmunur er gerðar á hvöllum sem fundust fyrir 1800 (rauðir punktar), á 19. öld (gulir punktar), á 20. öld (bláir punktar) og 21. öld (grænir punktar). – Locations where Blue Whales, filed in database, were found in Iceland. The dots indicate animals before 1800 (red), on the 18th century (yellow), 19th century (blue), and 20th century (green).



heiti hvala á sjó.<sup>17</sup> Helmingur þessara 110 ótegundagreindu hvala (55) fundust um norðanvert landið, frá Vestfjörðum til Langaness, tæpur fimmtungur (17) við sunnanvert landið frá Horni við Hornafjörð vestur á Miðnes og annað eins úti á sjó (19). Nokkrir fundust við Breiðafjörð (8), Vesturland (8) og Austfirði (5). Í grófum dráttum var dreifing þeirra við landið áþekkt tegundagreindum steypireyðum (sjá 3. mynd). Helsti munurinn er að hlutfallslega færri dýr fundust við Austurland og Suðausturland en fleiri við Breiðafjörð og Vesturland. Mismunandi dreifing getur verið háð hvaða tegundir áttu í hlut.

### Steypireyðar á 18. öld og fyrr

Skráningar á steypireyðum fyrir 1801 eru einungis 12 og þær dreifast yfir 350 ára tímabil, frá 1426 til 1774, tíu rekhvalir en tveir fundust í ís. Þessi 12 tilvik voru víðs vegar við landið (3. mynd). Í einu af þessum tilvikum bar kálffulla hvalkú á fjöru við Eyri í Ísafirði eftir að vera elt af háhyrningum.<sup>18</sup>

Dýrin voru alltaf stök nema í einu tilviki. Þá hlupu þrjú, tvö fullvaxta dýr og einn kálfur, á landgrynnsli 1727 eins og segir í Sjávarborgar- og Hrafna-gilsannálum.<sup>19</sup>

### Steypireyðar á 19. öld

Í gagnagrunninn eru skráðar 20 steypireyðar frá árunum 1801 til 1900. Þar af fundust átta þeirra á 17 ára tímabili eftir að hvalveiðar Norðmanna hófust 1883

en 12 á 83 árum þar á undan. Því fundust að meðaltali fimm sinnum fleiri árlega á hvalveiðitímanum en fyrir upphaf þess tímabils. Dreifing hvalanna við landið er að finna á 3. mynd en flestir fundust á svæðinu frá Vestfjörðum um Norðurland til Austfjarða.

Í nærri helmingi tilfella (9) var um rekhvali að ræða. Aðrir voru fastir í ís og drepnir (5), fundnir dauðir á reki (4), einn rekinn á land af háhyrningum og einn fundinn dauður á sjó með skutul í sér.

Í sjálfsævisögu Snæbjarnar Kristjánssonar í Hergilsey greinir hann frá því að hann og skipshöfn urðu vitni að því að þrjár eða fjórir hnýðingar komu í veg fyrir að steypireyður gæti komið upp til að anda. Skömmu síðar fannst hvalurinn dauður á floti.<sup>20</sup> Þetta hafa eflaust verið háhyrningar sem voru stundum kallaðir hnýðingar fyrrum.<sup>21</sup> Nú á tímum er það heiti notað fyrir aðra hvalategund (*Lagenorhynchus albirostris*).<sup>22</sup>

Í öllum tilvikum nema tveimur voru dýrin stök. Annað skiptið af þessum tveimur á við þegar hvalirnir 32 lokuðust í ís við Ánastaði á Vatnsnesi 1882.<sup>1</sup> Í hinu rak tvo hvali við Bjarnarnes á Ströndum 1896, báðir með skutul í sér. Heimamenn höfðu skorðið 80 vættir þegar menn frá hvalveiðistöðinni á Langeyri við Álftafjörð komu, kröfðust eignarhalds og færðu hvalina til hvalstöðvarinnar.<sup>23</sup>

### Steypireyðar á 20. öld

Ellefu skráningar steypireyða voru frá árunum 1901 til 2000, allt stök dýr. Af þessum atvikum fundust flest rekin á fjöru (7). Af þeim fjórum skráningum sem eru ónefndar frá þessari öld bar dauða þeirra að á mismunandi hátt; festist í ís (1), flæktist í kaþátaneti og víraflækju (1) en hin tvö tilvikin voru bein sem komu í veiðarfæri og óþekkt hvernig dýrin drápu. Í öðru tilvikinu var um að ræða kjálka og var honum hleypt aftur á djúpið. Hitt beinið var hauskúpa sem kom í rækjutroll og er hún nú varðveitt á Hvalasafninu á Húsavík. Langflest dýrin fundust um norðanvert landið, á svæðinu frá Vestfjörðum til Austfjarða (sbr. 3. mynd).

Einn af reknu hvöllum (frá árinu 1937) var með 14 metra langan kaðal vafinn um sporðinn sem bendir til þess að dýrið hafi flækt sig í veiðarfærum.<sup>24</sup> Aðrir tveir rekhvalir voru með skutul í sér og er saga annars þeirra rakinn ágætlega í heimildum.

Vorið 1912 missti hvalveiðibátur frá Hesteyri í Jökulfjörðum hval frá sér í Hornröst og rak hann síðar á fjöru Bjarnarnes á Hornströndum, sama bæjar og hvalirnir tveir 1896. Þegar þetta gerðist var jörð komin í eyði og hvalreki sameign bænda í Grunnavíkurbreppi. Þar sem hvalurinn var með skutul í sér átti viðkomandi hvalstöð hann en útgerðarstjóri hennar gaf hreppnum hvalina sem rak á svo óhentugum stað að hvalbátar komust ekki að. Utan-



4. mynd. Steypireyðurin á fjöru þremur dögum eftir að hvalinn rak. Húsin að Ásbúðum á Skaga í baksýn. Dýrið var kýr um 21 m að lengd. – The Blue Whale on the beach, right below the farm Ásbúðir (N-Iceland), three days after the whale stranded on the beach. The whale, which was a female, was around 21 m in length. Ljósmynd. /photo. Þorvaldur Björnsson, 26.08.2010.

hreppsmönnum var bannaður hvalskurður en þrátt fyrir það fóru nokkrir Hornstrendingar (sem tilheyrðu Sléttuhreppi) á rekafjöru. Voru þeir búnir að skera talsvert af hvalnum þegar Grunnavíkurmenn komu á vettvang undir forystu hreppstjóra. Málið leystist í sátt og samlyndi og fóru Hornstrendingar heim með bátfylli af hvalkjöti.<sup>25,26</sup>

Hinn skotni hvalurinn fannst árið 1921 á reka Laxárdals í Þistilfirði.<sup>27</sup> Honum fylgir einnig skemmtileg saga þegar til varð orðtakið „Að taka einhvern á beinið“. Bændur í Laxárdal gáfu hryggjarlið úr steypireyðinni til Menntaskólans á Akureyri. Beinið hefur verið á skrifstofu rektors allar götur síðan og ófáir nemendur fengið að sitja á því. Herðablað úr sama hval var í garðinum í Laxárdal sumarið 2001 og er vonandi enn.

#### **Steypireyðar á 21. öld**

Á núliðandi öld hafa verið skráðar þrjár steypireyðar til þessa. Tvær rak á fjöru en sú þriðja fannst dauð á floti úti á sjó. Tvö atvikin áttu sér stað á Norðurlandi en eitt undan Suðvesturlandi (3. mynd).

Fyrsta hvalinn rak á fjöru við Ásbúðir á Skaga í Austur-Húnavatnssýslu (4. mynd).

Þannig var mál með vexti að reka-daginn 23. ágúst 2010 var annar höfundur (ÆP) staddur á fundi á hóteli í Reykjavík þegar símtal barst. Í símanum var landeigandi að Ásbúðum, Höskuldur Þráinsson. Sagðist honum svo að gríðarstóran hval hafi rekið á fjöru, beint neðan íbúðarhússins. Aðstæður á rekastað voru góðar miðað við hve margir staðir eru óaðgengilegir við strendur Íslands til að bjarga svona risaskepnum og heimreiðin að Ásbúðum nærri ef kæmi til flutninga. Fljótlega varð ljóst að um steypireyði var að ræða en þá var ekki vitað að slíka skepnu hafði rekið á íslenskar fjörur um áratugaskeið (síðast 1967 skv. gagna-

grunni). Eftir samráð við umhverfisráðuneyti var ákveðið að reyna að varðveita beinagrindina til að hafa til sýnis en uppsettar beinagrindur steypireyða eru sárafáar til í söfnum í heiminum.

Fljótlega eftir að ákvörðun um varðveislu lá fyrir fór Þorvaldur Björnsson hamskeri norður til að vinna við að skera burt kjöt og annað utan af hvalnum til þess að ná beinagrindinni á land. Fékk hann sér til aðstoðar menn frá bæjum á Skaga og var hafist handa. Mikið verk var fram undan og tók um viku enda um gríðarstóra skepnu að ræða. Frásögn af þeirri vinnu og hvernig staðið var að verkun beinanna er að finna í ársriti Náttúrufræðistofnunar Íslands 2010.<sup>28</sup>

Eftir að hreinsum beinanna lauk mörgum mánuðum síðar hófust ræður um hvað gera skyldi við beinagrindina. Ýmsir aðilar, þ. á m. á Skagaströnd og í Reykjavík, vildu fá hana til sýningar og var talsvert fjallað um málið í fjölmiðlum. Það var þó ekki fyrr en að fjórum árum liðnum að þá-



5. mynd. Beinagrind Ásbúðahvalsins sem fannst rekinn árið 2010 og er til sýnis á Hvalasafninu á Húsavík. – The skeleton of the Blue Whale found beached at farm Ásbúðir (N-Iceland) in 2010, now on display at the Whale Museum in Húsavík (N-Iceland). Ljóm./photo. Þorkell Lindberg Þórarinnsson, 09.03.2023.

verandi forsætisráðherra landsins úrskurðaði að steypireyðurin skyldi færð til Hvalasafnsins á Húsavík.<sup>29</sup> Þar var beinagrindin sett saman og komið fyrir til sýnis (5. mynd).

Þess má geta að árið 1896 rak hval sem ekki var tegundargreindur á Ásbúðafjöru.<sup>30</sup> Miðað við stærð er sennilegt að þetta hafi verið steypireyður. Dýrið var sagt um 30 álnir (eða þritugur eins gjarnan var tekið til orða) sem samsvarar um 19 m. Líklega var stærðin mæld eins og þá var lenska „milli skurða“ eins og það var kallað en ekki heildarstærð eins og nú tíðkast. Að hausi og sporði viðbættum hefur hvalurinn því verið um 25 m langur<sup>1</sup> eða ívið stærri en hvalurinn sem rak árið 2010.

Tveimur dögum eftir að steypireyðurin fannst á Ásbúðum 2010 rak annan reyðarhval, að þessu sinni við Hindisvík á Vatnsnesi sem í fyrstu var talinn vera langreyður eða sandreyður (*Balaenoptera borealis*). Hafrannsóknastofnun fékk sýni úr dýrinu og var framkvæmd

á því DNA-greining sem leiddi í ljós að dýrið var steypireyður.<sup>31</sup>

Árið eftir að Ásbúðar- og Hindisvíkurhvalina rak fannst dauð steypireyður á floti sex sjómílur suður af Selvogsvita, undan Herdísarvík 24. mars 2011 og var mikill óþefur af hræinu. Hvalurinn sem var um 20 m langur hafði komið í togaratroll en það rifnaði og varð að sleppa trollinu. Hvalhræ á reki úti á sjó geta verið hættuleg skipum, ekki síst gríðarstór eins og af steypireyðum, svo Landhelgisgæslan hafi afskipti af hræinu.<sup>32</sup>

#### **Hvalbein í fornleifauppgröftum**

Leit í rituðum heimildum að upplýsingum um hvalbein sem upp hafa komið við gröft í öskuhaugum eða fornnum býlum bar talsverðan árangur. Voru hvalbein skráð í 72% skoðaðra heimilda sem voru alls 110 talsins (2. tafla). Í langflestum tilvikum voru beinin ógreind til tegundar (66% skoðaðra rita) enda flest hvalbein brotin eða illa farin, ill-

greinanleg eftir útliti og stutt síðan að sameindaaðferðir til tegundagreiningar komu fram eins og áður er getið. Í 28% heimildanna voru hvalbein ekki nefnd.

Á hvalbein sem höfðu verið greind til tegundar er aðeins minnst í sjö ritum af þeim 110 sem voru skoðuð (6%). Þar af fjalla þrjú ritanna sem voru frá Akurvík á Ströndum um sömu hvalaleifarnar og eru sögð úr sléttbaki (*Eubalaena glacialis*), líka kallaður Íslands-sléttbakur.<sup>33,34,35</sup> Tvö önnur rit fjölluðu um bein frá einum og sama staðnum, Utanverðnesi í Hegranesi í Skagafirði, og voru þau bein greind sem hnúfubakur (*Megaptera novaeangliae*) og búrhvalur (*Physeter macrocephalus*).<sup>36,37</sup>

Fyrstu greiningar á hvalbeinum úr fornleifauppgræftri í öskuhaugum á Íslandi er að finna í doktorsritgerð Tom Amorosi.<sup>38</sup> Þessar greiningar voru ekki staðfestar til fullnustu en þær voru gerðar með samanburði við þekktar tegundir í beinasafni. Fundarstaður var Tjarnargata 4 í Reykjavík þegar grafið var fyrir

2. tafla. Niðurstaða leitar í ritum þar sem minnst er á hvalaleifar við fornleifauppgröft (n=110). – Results of literature search for whale remains in archaeological excavations in middens (n=110).

	Fjöldi rita No. of publications	%
Hvalbein, ógreind - Whale bones, unidentified*	72	66
Hvalbein, greind - Whale bones, identified	7	6
Hvalbein ekki nefnd - No whale bones mentioned	31	28
	110	

\*Sum rit nefna unna gripi úr hvalbeinum  
– Some literature mentions artifacts of whale bones (ecofacts).

byggingu árið 1944<sup>39,40</sup> en tegundirnar voru taldar vera sandreyður, norðhvalur (*Balaena mysticetus*) og andarnefja (*Hyperoodon ampullatus*). Full ástæða er til að endurskoða þessar tegundagreiningar með nútíma sameindaaðferðum.

## UMRÆÐA

### Ánastaðahvalirnir

Aðeins fimm sýni voru tekin úr Ánastaðahvölunum og að auki úr takmörkuðum fjölda beina. Hugsanlegt er að öll beinin hafi verið úr sama dýri en skera mætti úr því með DNA greiningu beinanna. Einnig kann að vera að fleiri hvalategundir en steypireyður hafi verið meðal þeirra 32 hvala sem festust í ís við Ánastaði árið 1882. Þar er langreyður líklegasta tegundin, annað hvort verið með í hópi steypireyða eða nærri þegar ís tók að þrengja að og hvalirnir endað innilokaðir saman.

Áhugavert væri að ná sýnum úr fleiri beinum frá 1882 til að kanna hvort einhverjar fleiri hvalategundir hafi verið í hópi hvalanna 32 sem lokuðust við Ánastaðafjöru og var slátrað. Fleiri bein en þessi í garðinum að Ytri-Ánastöðum hafa varðveist t.d. í safni Náttúrufræðistofnunar Íslands, á byggðasafninu að Reykjum í Hnútafirði og á Illugastöðum á Vatnsnesi.<sup>1</sup> Mögulega má nálgast enn fleiri bein úr hvölunum. Kjallarinn undir gamla húsinu að Ánastöðum var að hluta hlaðinn úr hvalbeinum 1882 en er nú undir bæjarhlaðinu við Syðri-Ánastaði. Síðan gætu enn verið nýtileg bein á kafi í jörð ofan hvalfjörunnar neðan Ánastaðabæjanna en 1882 voru grafnar svonefndar hvalgrafir til að geyma hvalafurðir um tíma.<sup>1</sup>

### Hvalrekar og íshvalir

Fyrr á öldum voru landsmenn lítt kunnugir heitum á hvölum, tegundum var ruglað saman, margir álitu hvali vera hættulegar kynjaskepnur eða voru lítt áhugasamir um skráningar á hvalaströndum. Margháttaðar heimildir eru til um kynjadýr í höfunum við Ísland.<sup>41,42,43,44,45</sup> Flestar skráningar á hvalaströndum á öldum áður eru úr annálum og tegundir oftast ekki tilgreindar. Einnig hafa skrásetjarar sjálfsagt verið misduglegir að skjalfesta hvalreka eða voru þannig í sveit settir að lítið sem ekkert var um rekna hvali.

Þegar komið er fram á 19. öld má reikna með að skráningar hafi verið betri með auknum samskiptum manna, auðveldari fréttáflutningi og betri þekkingu á hvölum. Ef aðeins eru tekin sambærileg tímabil fundust nær helmingi færri steypireyðar á 20. öld en á þeirri 19. (sbr. 1. töflu). Á fyrstu tveimur áratugum 21. aldar eru skráðar þrjár steypireyðar. Ef fram heldur sem horfir ættu samtals að reka 15 steypireyðar á öldinni, eða hlutfallslega fleiri en á 20. öld. En því voru skráningar á steypireyðum um helmingi fleiri á 19. öld en á 20. öld? Og af hverju hafa hlutfallslega fleiri fundist á 21. öld en þeirri 20.?

Steypireyðar sem reka á fjöru gætu hafa drepist á ýmsa vegu, bæði náttúrulega og af mannavöldum. Ýmsir dauðfallaþættir hafa verið skráðir, s.s. að dýr hafi lokast í ís, verið drepin af háhyrningum, komið í veiðarfæri eða hvalir fundist með skutul í sér. Fyrr á tímum voru hvalir stundum reknir á land en slíkar veiðiaðferðir (sem nú eru ólöglegar) virðist aldrei hafa verið notaðar

þar sem steypireyðar áttu í hlut enda engar smáskepnur.

Steypireyðar fundust bæði dauðar og særðar eftir skutul. Nokkuð hefur því verið um hvalreka fyrrum af mannavöldum vegna veiða. Meðan norska hvalveiðitímabilið stóð yfir (1883 til 1915) fundust hvalir á fjöru eða á floti eftir að hvalveiðimenn höfðu skotið þá. Á árunum 1863 til 1872 misstu Norðmenn marga drepna hvali og rak suma á fjörur<sup>46</sup> og einnig síðar. Þannig festi hvalveiðiskipið Hólar í hval norðan við Langanes 1898 en missti og rak hann skömmu síðar á Melrakkaslétu.<sup>47</sup> Mörg atvik af svipuðu togi eru skráð þótt hvalategundin sé ekki alltaf þekkt. Síðasta steypireyðurinn sem skráð er í gagnagrunn með skutul í sér rak árið 1921.<sup>48</sup>

Þótt hvalveiðar hafi haft sitt að segja með steypireyðar sem fundust síðar dauðar er ljóst að ekki er einungis unnt að kenna hvalveiðimönnum um að fleiri hvalir hafi rekið á 19. öld en á þeirri 20. Veðurfar á seinni hluta 19. aldar var mörg árin einkar erfitt og ís oft landfastur.<sup>49</sup> Það var á þessum árum sem margir Íslendingar fóru til Vesturheims. Í háffisárum lokuðust hvalir iðulega í ís og eru fjölmargar heimildir þar að lútandi, t.d. inni á Eyjafirði.<sup>50</sup> Slíkar aðstæður komu oft fyrir á seinni hluta 19. aldar en einnig á 20. öld s.s. 1917-18 og 1965-70. Stundum drápuð hvalir sem lokuðust inni en einnig voru þeir drepnir þegar menn sáu að dýrin komust hvergi. Ánastaðahvalirnir sem urðu kveikjan að þessari samantekt um steypireyðar festust í ís og voru drepnir árið 1882.<sup>1</sup>



6. mynd. Steypireyður á sundi við Vestmannaeyjar. Hyrnan á bakinu er einkennandi fyrir þessa tegund, hlutfallslega lítil, mun minni en á skyldum tegundum. Einnig sjást vel ljósu flekkirnir sem einkenna steypireyðar. – A Blue Whale off Vestmannaeyjar islands, Iceland. The relatively small dorsal fin distinguishes this species from other related baleen whales. The characteristic light spots can also be seen. Ljósm./photo. Fredrik Holm, 23.08.2020.

### **Hvalbeinafundir í fornleifauppgröftum**

Hvalbein hafa margoft fundist þegar grafið hefur verið í forna öskuhauga eða býli. Fram að þessu hefur nær aldrei verið hægt að greina beinin til tegundar. Þau hafa oftast verið brotin, jafnvel ekki vitað hvaðan þau komu úr skroknum og illgreinanleg til tegundar.<sup>51</sup> Flestar slíkar ritsmíðar greina því einungis frá þeim sem ótilgreindum hvalbeinum. Úr sumum hvalbeinum sem upp hafa komið hafa verið búnir til smíðisgripir s.s. til heimilisnota. Það er aðeins nýlega sem menn fóru að greina hvalbein til tegundar með sameindafræðilegum aðferðum eins og rakið er að ofan. Í nýlegri doktorsritgerð er getið um tegundagreind hvalbein úr fornleifauppgræftri á Grænlandi með slíkum aðferðum.<sup>52</sup> Gera má ráð fyrir að margar ritsmíðar muni nýta sér þessa nýju aðferðir á næstu árum.

Samantektir og samanburður á fornum hvalbeinum milli staða og tímabila eru fáar en þó eru undantekningar. Brewington og félagar geta um 18 slík gagnasöfn frá 13 fornleifastöðum en mismiklar beinaleifar frá hverjum stað. Ef fleiri en eitt gagnasöfn var frá sama stað voru gögnin frá mismunandi tímabilum.<sup>53</sup> Í samantekt um rannsóknir að Sveigakoti í Mývatnssveit er getið

nú gagnasafna og voru hvalbein meðal þeirra allra. Þar af voru tvö gagnasett frá sama stað (Hofstöðum í Mývatnssveit) en frá mismunandi tímabilum.<sup>54</sup> Fleiri viðlíka yfirlit hafa verið birt, t.d. í skýrslu um uppgröft í Tjarnargötu í Reykjavík þar sem tilgreind eru sex gagnasöfn, þ.a. tvö frá Stóru-Borg undir Eyjafjöllum.<sup>55</sup>

Af þeim greiningum sem nefndar eru í ritum eru tvær tegundir sérdeilis áhuga-verðar, sléttbakur (Íslands-sléttbakur) og norðhvalur (Grænlands-sléttbakur). Sléttbakur mun hafa verið algengur við landið á öldum áður en veiddur ótæpilega.<sup>21,56</sup> Tegundin hefur enn ekki náð sér á strik þrátt fyrir friðun lengi. Á árunum 1915-1987 sáust aðeins tveir sléttbakar með vissu.<sup>57</sup> Síðan hafa sléttbakar sést a.m.k. sjö sinnum.<sup>58,59</sup> Fjölgun skráðra sléttbaka á síðari árum bendir e.t.v. til að stofninn sé að stækka, þó verður að taka með í reikninginn að hvalarannsóknir úti á sjó hafa aukist til muna síðustu áratugi. Norðhvalur er aldrei talinn hafa verið algengur hér við land frá því landið byggðist. Þó eru nokkur dýr álitin hafa fundist hér á síðöldum.<sup>21</sup>

Á næstu árum munu nýjar aðferðir við greiningar á beinum til tegundar eflaust stórbæta þekkingu á hinum ýmsu hvalategundum sem finnast við fornleifarannsóknir. Ekki er síður áhugavert að tegundagreina öll þau ógreindu hval-

bein sem fundist hafa síðustu áratugi og eiga að vera varðveitt, eflaust flest á Þjóðminjasafni Íslands. Þannig fengist mynd aftur í aldir, frá þeim tímum sem takmarkaðar beinar upplýsingar eru til um íslenska hvalastofna. Í fyrirlestri í Miðaldastofu Háskóla Íslands 22. október 2019 kom fram að steypireyður væri algengasta hvalategundin í íslenskum miðaldaforaleifum.<sup>60</sup> Hvers vegna? Getur verið af því þeir eru stærstir? Hefur steypireyðum fækkað mikið frá miðöldum?

Áhugavert verður að bera saman hvalbein úr fornleifauppgröftum frá mismunandi tímabilum. Slíkur samanburður gæti sýnt breytingar í tíma sem síðan gætu bent til breytinga á hvalastofnum við landið. Skoða má tengsl við veiðar og loftslag sem gætu hafa haft áhrif á dreifingu hvala samfara öðrum breytingum á lífríki hafins.

### **Hvalveiðar og breytingar á stofni steypireyða**

Veiðar með skutli hafa verið stundaðar við Ísland frá örófi alda.<sup>46,61,62</sup> Ástæða þótti að setja sérstakar lagareglur um hvali sem rak og voru með skutul í sér (eða skot eins og það var nefnt) á fyrstu öldum Íslandsbyggðar. Í Rekaþætti Jónsbókar frá 13. öld er m.a. fjallað um hvalreka og hvað gera skuli við skothvali, þ.e. hvali



7. mynd. Steypireyður – Blue Whale. Ljósmynd./Photo: Richard Carey

með skutul í sér.<sup>63</sup> Bar skotmanni skotmannshlutur ef hvalinn rak á annarra manna land. Ekki er kveðið á um hvalategundir en reikna má með að sjaldnast hafi verið um steypireyðar að ræða vegna stærðar þeirra, sundsnerpu og fátæklegra veiðitækja. Það breyttist eftir að Norðmaðurinn Svend Foyn fann upp sprengiskutulinn 1864 sem gjörbreytti hvalveiðum.<sup>64</sup>

Í heimildum er getið hvalveiða með skutlum á Vestfjörðum a.m.k. frá 1610 í Skarðsárannál,<sup>65</sup> hvaða hvalategundir menn hafi svo sem veitt á þeim tímum. Hvalkýr komu árlega með kálfa sína inná Arnarfjörð allt til um 1900 og litu heimamenn á hvalina sem hvern annan bústofn og veiddu kálfana en létu kýrnar vera. Heimildir geta mismunandi hvalategunda, t.a.m. hornfiskreyðar (hnúfubaks *Megaptera novaeangliae*), langreyðar og hafreyðar, þ.e. steypireyðar, og báru sumar kýrnar sem þekktja mátti á vissum útlitseinkennum jafnvel ákveðin nöfn.<sup>66</sup>

Á Vestfjörðum árið 1667 er getið um 15 rekna stórfiska sem höfðu verið skutlaðir.<sup>67</sup> Ekki hafa fundist aðrar heimildir með nákvæmari upplýsingum frá þessu ári t.a.m. um hvaða tegundir var að ræða en ekki er ólíklegt að sum dýrin hafi verið steypireyðar.

Norska hvalveiðitímabilið sem svo er nefnt hófst 1883. Þá urðu steypireyðar fljótt helsta veiðitegundin ásamt fleiri reyðarhvölum (langreyðar, sandreyðar

o.s.frv.). Samkvæmt skýrslum voru samtals veiddar um 6500 steypireyðar á árunum 1883 – 1915,<sup>68</sup> eða að meðaltali um 200 dýr á ári. Hins vegar var fjöldi veiddra hvala breytilegur eftir árum og fjölgaði þeim smám saman til 1896 þegar veiddust flestar 327 steypireyðar. Eftir það dró ört úr veiðum og við lok norska tímabilsins árið 1915 veiddust aðeins níu.<sup>69</sup>

Frá og með árinu 1916 gekk í gildi bann við veiðum steypireyða. Ástæðan var sögð vera ofveiði enda færðu Norðmenn starfsemi sína frá Vestfjörðum og austur á land vegna slægra veiða fyrir vestan.<sup>21,64</sup> Engar beinar tölur eru til um fjölda steypireyða á Íslandsmiðum frá þessum árum aðrar en veiðitölur en landsmönnum rann mjög til rifja gróði Norðmanna af hvalveiðum.<sup>61</sup>

Veiðibannið gilti til 1935 þótt Norðmenn hafi engu að síður veitt 243 steypireyðar á árunum 1929 til 1934.<sup>70</sup> Nokkrar steypireyðar voru veiddar 1935-1939 og 1948-1960 veiddust 163 dýr. En frá og með árinu 1960 var veiðibanni komið á um allan heim enda hafði steypireyðum alls staðar fækkað verulega og hefur það bann gilt síðan.<sup>71</sup>

Fræðimönnum hefur þótt nokkuð ljóst að steypireyðar voru mun algengari áður en hvalveiðar í atvinnuskyni hófust á seinni hluta 19. aldar en nú.<sup>72,73</sup> Beinar talningar á hvalastofnum hófust 1986 hér við land en alls fóru níu talningar fram í Norðaustur-Atlants-

hafi til og með 2016. Þær hafa verið í samvinnu við Norðmenn, Færeyinga og Grænlandinga, stundum einnig Þjóðir Evrópusambandsins og Bretland, Bandaríkin og Kanada.<sup>74</sup>

Talningar þessar hafa sýnt að steypireyðum fjölgaði að meðaltali um 5% á ári á tímabilinu 1970 til 1988 en árið 1987 voru færri en þúsund dýr á hafsvæðinu við landið.<sup>75</sup> Talningar á árunum 1987 til 2001 bentu til áframhaldandi fjölgunar og var stofninn við Ísland þá kominn í um þúsund dýr,<sup>76</sup> en í um 3000 dýr árið 2015.<sup>77,78</sup> Steypireyðastofninn hefur sem sagt verið að stækka hægt og rólega en hraðar seinni árin. Nú eru rúmlega 60 ár liðin frá því tegundin var alfríðuð. Samt virðist enn langt í land að sömu stofnstærð sé náð og áður en veiðar í hagnaðarskyni hófust fyrir um einni og hálfri öld. Vonandi að stofninn vaxi enn frekar og nái fyrri stærð (6. og 7. mynd).

Hvalaströnd og önnur dauðsföll sem skráð eru í gagnagrunninum benda til fækkunar steypireyða frá 19. öld fram á þá 20. Þá bendir fjöldi dauðra hvala á 20. öld og fram á 21. öld til stækkunar stofnsins eins og beinar talningar gefa einnig til kynna. Fjöldi rekhvala og annarra dauðra hvala getur engu að síður einnig verið háð fjölda tilkynninga um dauða hvali á síðustu áratugum.

Á tímabilinu 1981-2019 skráðu starfsmenn Hafrannsóknastofnunarinnar þrjár steypireyðar sem höfðu rekið<sup>79</sup> en eftir

það greindist ein til viðbótar.<sup>31</sup> Er það sami fjöldi og er í gagnagrunninum sem hér hefur verið notaður. Ef fjöldi skráninga heldur áfram með sömu tíðni það sem eftir er 21. öld verður fjöldi steypireyða sem finnast dauðar talsvert fleiri en á 20. öld. Er það í takt við fjölgun í stofninum eins og talningar sýna.

Nú á tímum finnast steypireyðar allt í kringum land en tegundin hefur verið algengust undan Vesturlandi.<sup>71,80</sup> Eftir 2001 breyttist útbreiðslan nokkuð og fleiri dýr fóru að halda til undan Norðausturlandi.<sup>74</sup> Rekhvalir, íshvalir og fleiri dauðar steypireyðar hafa fundist mest frá Vestfjörðum til Austfjarða, en einnig nokkuð við Suðvesturland. Íshvalir hafa einungis fundist við norðanvert landið, frá Ísafjarðardjúpi austur í Loðmundarfjörð eða þar sem ís hefur helst orðið landfastur við strendur landsins.

Þættir sem hafa valdið dauða steypireyða hafa breyst frá því á 19. öld sem og ástæður fyrir hvalaströndum. Nú hafa engar veiðar verið stundaðar á steypireyðum í rúm 60 ár og hvalveiðimenn missa ekki lengur særðar steypireyðar frá sér. Steypireyðastofninn dróst mikið saman eftir að hvalveiðar byrjuðu fyrir alvöru og virðist ekki hafa náð fyrri hæðum og hvalaströnd færri á 20. og 21. öld. Á tímum heimstyrjaldarinnar síðari kom fyrir að steypireyðar festust í kafbátagirðingum en væntanlega ekki lengur. Á hinn bóginn má ætla að stórvirkari veiðarfæri og aukinn veiðifloti hafi skapað aukna hættu fyrir hvali miðað við fyrrum. Þannig að þótt veiðar á steypireyðum séu löngu aflagðar, hafa nýjar ógnir komið í staðinn sem geta hægt á áhrifum friðunar.

## ENGLISH SUMMARY

### *The whales at Ánastaðir in 1882, other strandings and ice-locked Blue Whales in Iceland*

The present paper deals with four main issues, three concerning Blue Whales and one on recent methodologies for species identification of marine mammals:

(1) Species determination of the whales which became ice-locked at farm Ánastaðir (N-Iceland) in 1882. Samples were taken from their bones (Fig. 2) and identified using mass spectr-

ometry. All turned out to be from Blue Whales (*Balaenoptera musculus*) (Fig. 1). Further sampling is needed to ascertain whether other whale species were also part of the group of 32 that were ice-locked and killed.

(2) Records of Blue Whales (in most cases as identified by finders) were extracted from a database of 2082 records (per February 2023) of whale strandings and other whales found dead in Iceland (direct hunting excluded). Most of these records included stranded animals, but other mortality factors were also involved, such as ice-locked animals, whales caught in fishing gear, and animals found harpooned but had escaped (mainly during the period of intense whaling by Norwegians in 1883 to 1915). In total 46 Blue Whales had been entered in the database (2,2% of the total), from the period 1426 till 2011 (Tab. 1). Distribution of findings are from all around Iceland, while majority is from the northern parts of the country (Fig. 3). One of these whales was salvaged and now is its skeleton on display at the Whale Museum in Húsavík (Figs 4-5). Many other whales in the database were reported as baleen whales only (n=107). Although precise species is unknown many of these whales are believed to be Blue Whales, as indicated by the Icelandic names that have been used by finders, while others could relate to two or more species. Comparing numbers as reflected in the database about twice as many Blue Whales were recorded from the 18<sup>th</sup> century as the 19<sup>th</sup> century. This is believed to mirror the large population decline from the late 18<sup>th</sup> century to the 19<sup>th</sup> century due to whaling operations by Norwegians.

(3) A literature search was made of whale remains found during excavations of middens and ancient farmsteads. Whale bones were reported in 72% of the 110 publications examined, of which 66% were reported as unidentified but only 6% identified to species, some relating to the same findings. Whale bones are notoriously difficult to identify to species using morphological features, except perhaps skull and teeth. Therefore, recent molecular

techniques will undoubtedly revolutionize species identification of marine mammals found during excavations in the next years to come.

(4) Molecular methods for species identification are rather recent, not the least those using collagen and mitochondria. Not much has been written on these methods in Icelandic. Therefore, a detailed overview of these methods is given in the text for Icelandic readers.

Whaling with harpoon has been carried out for much of the period since Iceland was settled by man shortly before year 1000. Legal codes regarding stranded whales found with harpoon, has been in force since the early law books in the 12<sup>th</sup> century. Yet, the catching of Blue Whales did not take off until in the late 18<sup>th</sup> century, or after the explosive harpoon had been invented by the Norwegian Foyn. Many harpooned whales escaped from the whalers were later found stranded or afloat at sea.

A general agreement is among whale researchers that the Blue Whale population decreased drastically during the Norwegian whaling period 1883-1915. During that period the maximum of 327 animals were killed in a year, but about 6500 in all. A world ban on killing Blue Whales has been in force since 1960.

Whaling is not the only reason why greater numbers of dead whales were recorded in the 18<sup>th</sup> century versus during the 19<sup>th</sup>. Climate was particularly adverse during the last decades of the 18<sup>th</sup> century, with the coasts of the North and East frequently becoming ice-locked, with detrimental effects for various whale species, such as Blue Whales.

Although Blue Whales (Figs 6-7) have been protected in Iceland for over 60 years, the population increase has been slow. Population size was estimated about 3000 animals in 2015, probably still well below the numbers before industrial whaling started before 1900. Although mortality factors like hunting and ice conditions are non-existent or less now, other factors such as modern fishing effort, large fleet and advanced gear could still deflate population recovery.

## ÞAKKIR

Guðmundi Jónssyni frá Ytri-Ánastöðum ber að þakka upplýsingar um bein af Ánastöðahvöllum. Guðmundur aðstoðaði einnig við sýnatöku svo og ferðafélagi minn Ragnar Helgi Ólafsson. Tom McGovern og Árna Daníel Júlíusson eru þakkaðar veittar upplýsingar um hvalbein í fornum öskuhaugum. Einnig fær Þorkell Lindberg Þórarinnsson þakki fyrir að taka myndina af beinagrind Ásbúðahvalsins sem er varðveitt og til sýnis á Hvalasafninu á Húsavík. Fredrik Holm tók myndina af steypireyði úti á sjó og á þakki skyldar fyrir leyfi til birtingar.

## HEIMILDIR

1. Ævar Petersen 2022. Hvalskurðurinn mikli á Ánastöðum 1882. Náttúrufræðingurinn 92(1-2): 40-59.
2. Albína H. Pálsdóttir & Elísa Skúladóttir 2018. Samanburðarsafn í dýra-beinafornlifafræði við Landbúnaðarháskóla Íslands (Ársskýrsla 2017). Landbúnaðarháskóli Íslands. Rit LbhÍ nr. 84. 16 bls.
3. Chowdhury, M.P., K.D. Choudhury, G.P. Bouchard, J. Riel-Salvatore, F. Negrino, S. Benazzi, L. Slimak, B. Frasier, V. Szabo, R. Harrison, G. Hambrecht, A.C. Kitchener, R.A. Wogelius & M. Buckley 2021. Machine learning ATR-FTIR spectroscopy data for the screening of collagen for ZooMS analysis and mtDNA in archaeological bone. *Journal of Archaeological Science* 126, February 2021, 105311.
4. Zuckerkandl, E.P. 1962. Molecular disease, evolution, and genic heterogeneity. *Bls. 189–225 í: M. Kasha & B. Pullman (ritstj.). Horizons in Biochemistry. Academic Press, New York.*
5. Bohmann, K., A. Evans, M.T.P. Gilbert, G.R. Carvalho, S. Creer, M. Knapp, D.W. Yu & M. de Bruyn 2014. Environmental DNA for wildlife biology and biodiversity monitoring. *Trends in Ecology & Evolution* 29(6): 358-367.
6. BOLD-gagnagrunnurinn (Barcode of Life Data System). <https://boldsystems.org/>.
7. GenBank-gagnagrunnurinn. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>.
8. Keighley, X., Snæbjörn Pálsson, Bjarni F. Einarsson, Ævar Petersen, M. Fernández-Coll, P. Jordan, M.T. Olsen & Hilmar J. Malmquist 2019. Disappearance of Icelandic Walrus coincided with Norse settlement. *Molecular Biology and Evolution* 36(12): 2656–2667. <https://doi.org/10.1093/molbev/msz196>.
9. Hagelberg, E., M. Hofreiter & K. Christine 2015. Ancient DNA: the first three decades, *Philosophical Transaction of the Royal Society B* 370(1660): 2013.037. <http://doi.org/10.1098/rstb.2013.0371>
10. Buckley, M., M. Collins, J. Thomas-Oates & J.C. Wilson 2009. Species identification by analysis of bone collagen using matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 23: 3843–3854.
11. Ricard-Blum, S. 2011. The collagen family. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 3(1): a004978. doi: 10.1101/cshperspect.a004978. PMID: 21421911; PMID: PMC3003457.
12. Richter, K.K., M.C. Codlin, M. Seabrook & C. Warinner 2022. A primer for ZooMS application in archaeology. *Proceedings of the National Academy of Science* 119(20): e2109323119.
13. Úlfur Arnason, R. Spilliaert, Ástríður Pálsdóttir & Alfreð Arnason 1991. Molecular identification of hybrids between the two largest whale species, the Blue Whale (*Balaenoptera musculus*) and the Fin Whale (*B. physalus*). *Hereditas* 115: 183-189.
14. Pampoulie, C., Davíð Gíslason, Guðbjörg Ólafsdóttir, V. Chosson, Sverrir D. Halldórsson, S. Mariani, Bjarki Þ. Elvarsson, M.H. Rasmussen, M.R. Iversen, Anna K. Danielsdóttir & Gísli A. Víkingsson 2021. Evidence of unidirectional hybridization and second-generation adult hybrid between the two largest animals on Earth, the Fin and Blue Whales. *Evolutionary Applications* 14: 314-321.
15. Þórður Brynjólfsson 2001. Dagbók frá 1882–1884. *Bls. 181–225 í: Burt – og meir en bæjarleið. Dagbækur og persónuleg skrif Vesturheimsfara á síðari hluta 19. aldar (útg. Davíð Ólafsson & Sigurður G. Magnússon). Háskólaútgáfan, Reykjavík. 377 bls. [Íshvalur við Bitruhöfða. *Bls. 196*].*
16. Lúdvík Kristjánsson 1986. Íslenzkir sjávarhættir 5. Bókautgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík. 498 bls. [Hvalur í lögbókum. *Bls. 38-42; Hvalveiðar Arnfirðinga. *Bls. 56-61*].*
17. Þorleifur Jónsson 1954. Þorleifur í Hólum - Ævisaga. Bókautgáfa Guðjóns Ó. Guðjónssonar, Reykjavík. 496 bls. [Um létti og steypireyður. *Bls. 166-171*].
18. Arngrímur Fr. Bjarnason 1946. Örnefni að Eyri í Ísafirði. *Bls. 202-205 í: Vestfirskar Þjóðsögur. III. Fyrri hluti. Ísafoldarprentsmiðja, Reykjavík. 142 bls.*
19. Annálar 1400-1800 IV 1940-1948. Félagsprentsmiðjan, Reykjavík. 688 bls. [Sjávarborgarannáll 1727, *bls. 344-345; Hrafnagilsannáll 1727, *bls. 662*].*
20. Snæbjörn Kristjánsson 1930. Fundinn hvalur. *Bls. 142-144 í: Saga Snæbjarnar í Hergilssey (Ritað af honum sjálfum). Þorsteinn M. Jónsson, Akureyri. 243 bls.*
21. Bjarni Sæmundsson 1932. Spendýrin (Mammalia Islandiæ). (Íslensk dýr II). Bókaverslun Sigfúsar Eymundssonar, Reykjavík. i-viii+437 bls. [Háhyrna, *bls. 325-331; Steypireyður, *bls. 389-398; Norðhvalur, *bls. 409-419; Íslands-sléttbakur, *bls. 419-426*].***
22. Ævar Petersen 1998. Íslensk hvalanöfn. *Bls. 199-203 í: Gísli S. Árnason (ritstj.). Kvískerjabók: Rit til heiðurs systkinunum á Kvískerjum. Sýslusafn Austur-Skaftafellssýslu. Höfn í Hornafirði. 303 bls.*
23. Anon 1896. Hvalreki. Þjóðviljinn ungi 12.06., 5(28): 111.
24. Anon (FÚ.) 1937. Hvalreki. Alþýðublaðið 02.09., 18(203): 4.
25. Guðmundur Guðnason 1964. Hvalreki á Hornströndum. Tíminn sunnudagsblað 12.07., 3(27): 626-627, 646.
26. Valgeir Sigurðsson 1971. Mér er það efst í huga. Tíminn sunnudagsblað 31.05., 10(20): 468-472, 478; 06.06., 10(21): 492-497, 502.
27. Eggert Ólafsson 2017. Síðasta hvalsagan (Útvarpsrindi flutt 21. nóvember 1980). (Eftirmáli eftir Stefán Eggertsson). Árbók Þingeyinga 59: 85-90.
28. Anon 2011. Steypireyði rekur á land. (Vöktun, vernd og nýting). Náttúrufræðistofnun Íslands Ársskýrsla 2010: 26-27.
29. Ágúst I. Jónsson 2016. Í sendinni fjöru á Hvalasafninu. Morgunblaðið 10.02., 104(33): 6.
30. Anon 1896. [Hvalreki í bréfi úr] Skagafjarðarsýslu 16. júlí [1896]. Fjallkonan 28.07.1896, 13(29): 119.
31. Anon 2021. Hvalakomur og hvalrekar við strendur Íslands. Hafrannsóknastofnun. Frétt. 2 bls. <https://www.hafogvatn.is/is/rannsoeknir/hvalarannsoeknir/hvalakomur-og-hvalrekar>.
32. Anon 2011. Siglingaviðvörðun send út vegna hvalhærs. Landhelgisgæsla Íslands. Fréttir 25. mars 2011. 2 bls. <http://www.lhg.is/frettirotugata/frettir/nr/1845>.
33. Amundsen, C., S. Perdikaris, M. Brown, Y. Krivogorskaya, S. Modugno, K. Smiarowski, S. Storm, M. Frik, M. Koczela & T.H. McGovern 2004. A 15th c archaeofauna from Akurvík, an early fishing station in NW Iceland. NORSEC Report no. 15. 20 bls.
34. Amundsen, C., S. Perdikaris, T.H. McGovern, Y. Krivogorskaya, M. Brown, K. Smiarowski, S. Storm, S. Modugno, M. Frik & M. Koczela 2005. Fishing booths and fishing strategies in medieval Iceland: an archaeofauna from Akurvík, North-West Iceland. *Environmental Archaeology* 10(2): 127-142.
35. Krivogorskaya, Y., S. Perdikaris & T.H. McGovern 2006. Cleaning up the farm: A later Medieval archaeofauna from Gjögur, a fishing farm of NW Iceland. *Bls. 381-392 í: J. Arneborg & B. Gronnow (ritstj.). Dynamics of Northern Societies. Proc. SILA/NABO Conference on Arctic and North Atlantic Archaeology, Copenhagen, May 10th-14th, 2004. Aarhus Universitetsforlag, Denmark. 415 bls.*
36. Cesario, G.M. 2018. Skagafjörður Church and Settlement Survey: Archaeofauna from the 2016 field season. CUNY NORSEC Laboratory Report No. 66. 18 bls.
37. Cesario, G.M. 2021. Marine resource specialization in Viking Age Iceland: Exploitation of seabirds and fish on Heganrenn in Skagafjörður. City Univ. New York (CUNY). PhD ritgerð. i-xviii+399 bls.
38. Amorosi, T. 1996. Icelandic zooarchaeology: new data applied to issues of historical ecology, paleoeconomy and global change. Vols 1-2. City Univ. of New York. Ph.D. ritgerð. 1303 bls.
39. Matthías Þórðarson 1944. Fundnar fornleifar í Reykjavík. Vikan 15.06., 7(23-24): 22 & 28.
40. Þorkell Grímsson & Þorleifur Einarsson 1970. Fornminjar í Reykjavík og aldursgreiningar. Árbók Hins íslenska fornleifafélags 66: 80-97.
41. Gísli Oddsson 1638 (1942). Íslenzk annálabrot og Undur Íslands. Þorsteinn M. Jónsson, Akureyri. 135 bls. [Jónas Rafnar snéri á íslenzku].
42. Jón E. Bjarnason 1843. Hvala kyn í Íslands höfum. *Bls. 215-218 í: Miscellanea II. Landsbókasafn. ÍBR 78, 8vo. 11 bls. [Rafrænt á netinu].*
43. Benedikt Gröndal 1893. Sjóviti og sjóskrímsl. Tímarit Hins ísl. bókmenntafél. 14: 98-135.
44. Anon 1989. „Þar eru rauðkembingar oft að skeinast“ (Rifjaðar upp sögur af illhvelum í aldanna rás). Tíminn 28.09., 73(22): 11-13.
45. Szabo, V.E. 2008. Monstrous Fishes and the Mead-Dark Sea (Whaling in the Medieval North Atlantic). Brill Acad. Publ., Leiden. 326 bls.



46. Smári Geirsson 2015. Stórhvalaveiðar við Ísland til 1915. Sögufélag, Reykjavík. 586 bls. [Árangur hvalveiða við Ísland á árunum 1863-1872, bls. 92].
47. Anon 1898. [Hólar festu í hval]. Bjarki 17.09., 3(37): 147.
48. Anon (Haki) 1922. Bréf úr Þistilfirði. Dagur 02.02.1922, 5(5): 16-17.
49. Þorvaldur Thoroddsen 1916-1917. Árferði á Íslandi í Þúsund ár. Hið ísl. Fræðafjelag, Kaupmannahöfn. 432 bls.
50. Bjartmar Guðmundsson 1965. Hvalsaga af Svalbarðsströnd. Árbók Þingeyinga 7: 130-154.
51. Cesario, G.M. 2019. Skagafjörður Church and Settlement Survey: Final report on the archaeofauna from Næfurstaðir on Hegranes, Skagafjörður. CUNY NORSEC Laboratory Reports No. 71. 22 bls.
52. Smiarowski, K. 2022. Historical ecology of Norse Greenland: Zooarchaeology and climate change responses. City Univ. New York. PhD ritgerð. i-xvi+270 bls.
53. Brewington, S., M. Hicks, Ágústa Edwald, Árni Einarsson, K. Anamthawat-Jónsson, G. Cook, P. Ascough, K.L. Sayle, S.V. Arge, M. Church, J. Bond, S. Dockrill, Adolf Friðriksson, G. Hambrecht, Árni D. Júlíusson, Viðar Hreinsson, S. Hartman, K. Smiarowski, R. Harrison & T.H. McGovern 2015. Islands of change vs. islands of disaster: Managing pigs and birds in the Anthropocene of the North Atlantic. The Holocene 25(10): 1-9. <https://doi.org/10.1177/0959683615591714>.
54. Orri Vésteinsson (ritstj.) 2001. Archaeological investigations at Sveigakot 1998-2000. Fornleifastofnun Íslands FS134-00211. 72 bls.
55. Perdikaris, S., C. Amundsen & T.H. McGovern 2002. Report of animal bones from Tjarnargata 3c, Reykjavík, Iceland. NORSEC Report. 29 bls. + myndir.
56. Gísli A. Víkingsson 2004. Sléttbakur. Bls. 194-197 í: Páll Hersteinsson (ritstj.). Íslensk spendýr. Vaka-Helgafell, Reykjavík. 344 bls.
57. Brown, S.G. 1976. Twentieth-century records of Right Whales (*Eubalaena glacialis*) in the northeast Atlantic Ocean. Report of the International Whaling Commission. Special Issue 10: 121-127.
58. Gísli A. Víkingsson 2018. Hvalir júlímánaðar. Fiskifrættir 20.08. 5 bls.
59. Ágúst I. Jónsson 2018. Áhyggjur af framtíð sléttbaks. Morgunblaðið 25.10., 106(251): 28.
60. Szabo, V. 2019. Reassessing whale use in the Medieval North Atlantic history, archaeology, DNA, and new species stories. Fyrirlestur í Miðaldastofu Háskóla Íslands 22. október 2019. <https://www.facebook.com/midaldastofa/posts/vicki-szabo-reassessing-whale-use-in-the-medieval-north-atlantic-history-archaeo/2554424557980126/?locale=hi-IN>
61. Trausti Einarsson 1987. Hvalveiðar við Ísland 1600-1939. (Sagnfræðirannsóknir. 8. bindi). Bókauktgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík. 177 bls. [Umræður um hvalveiðar við Ísland, bls. 115-135].
62. Ole Lindquist 1994. Whales, dolphins and porpoises in the economy and culture of peasant fishermen in Norway, Orkney, Shetland, Faroe Islands and Iceland, ca. 900-1900 A.D., and Norse Greenland, ca. 1000-1500 A.D. Univ. St. Andrews. PhD thesis. Vol I: i-xvii+496 bls.; Vol. II: i-v+497-925 bls.; Vol. III: i-v+926-1273 bls.
63. Jónsbók (Lögbók Íslendinga hver samþykkt var á Alþingi árið 1281 og endurnýjuð um miðja 14. öld en fyrst prentuð árið 1578). Már Jónsson tók saman. Háskólaútgáfan, Reykjavík. 383 bls. [Rekubátur, bls. 199-207].
64. Ásgeir Jakobsson 1976. Norðmannabátur (Úr sögu hvalveiðanna, framh.). Ægir 69(3): 44-46.
65. Annálar 1400-1800 I 1922-1927. Félagsprentsmiðjan, Reykjavík. 732 bls. [Skarðsárannáll Anno 1610, bls. 198].
66. Gils Guðmundsson 1946. Hvalveiðar við Ísland. Sjómannablaðið Víkingur 8(11-12): 290-320.
67. Annáll Magnúsar sýslumanns Magnússonar 1907-15. Bls. 99-185 í: Safn til sögu Íslands og íslenzkra bókmennta að fornu og nýju. Fjórða bindi, 3. 1025 bls.
68. Jóhann Sigurjónsson 1991. Hvalir og hvalveiðar á Austfjörðum. Sjómannadagsblað Neskaupstaðar 14: 30-40.
69. Oddgeir Á. Ottesen & Kári Kristjánsson 2019. Þjóðhagsleg áhrif hvalveiða. Hagfræðistofnun Háskóla Íslands. Skýrsla nr. C19:01. 51 bls.
70. Jón Jónsson 1979. Hvalveiðar Íslendinga og Alþjóðahvalveiðiráðið. Ægir 72(10): 591-595.
71. Gísli A. Víkingsson 2004. Steypireður. Bls. 200-203 í: Páll Hersteinsson (ritstj.). Íslensk spendýr. Vaka-Helgafell, Reykjavík. 344 bls.
72. Pike, D.G. 2009. North Atlantic sightings surveys. Introduction. NAMMCO Sci. Publ. 7: 7-18. doi:10.7557/3.2702.
73. Gísli A. Víkingsson 2016. Decadal changes in distribution, abundance and feeding ecology of baleen whales in Icelandic and adjacent waters.(A consequence of climate change?) The Arctic Univ. of Norway. PhD thesis. 54 bls.
74. Pike, D.G., Þorvaldur Gunnlaugsson, Jóhann Sigurjónsson & Gísli A. Víkingsson 2020. Distribution and abundance of cetaceans in Icelandic waters over 30 years of aerial surveys. NAMMCO Scientific Publications 11. <https://doi.org/10.7557/3.4805>
75. Jóhann Sigurjónsson 1993. Hvalrannsóknir við Ísland. Bls. 103-146 í: Páll Hersteinsson & Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.). Villt íslensk spendýr. Hið ísl. Náttúrufræðifélag - Landvernd, Reykjavík. 351 bls.
76. Pike, D.G., Gísli A. Víkingsson, Þorvaldur Gunnlaugsson & N. Øien 2009. A note on the distribution and abundance of Blue Whales (*Balaenoptera musculus*) in the Central and Northeast North Atlantic. NAMMCO Scientific Publications 7: 19-29.
77. Pike, D.G., Þorvaldur Gunnlaugsson, B. Mikkelsen, Sverrir D. Halldórsson & Gísli A. Víkingsson 2019. Estimates of the abundance of cetaceans in the central North Atlantic based on the NASS Icelandic and Faroese shipboard surveys conducted in 2015. NAMMCO Scientific Publications 11. <https://doi.org/10.7557/3.4941>.
78. Gísli Víkingsson 2021. Sjávarspendýr. Bls. 94-106 í: Guðmundur Óskarsson (ritstj.). Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratugi. Skýrsla Hafrannsóknastofnunar 2021. Haf- og vatnarrannsóknir HV 2021-14. 126 bls.
79. Sverrir D. Halldórsson, Þorvaldur Gunnlaugsson, V. Chosson & Gísli A. Víkingsson 2019. Cetacean strandings in Iceland 1981-2019. World Marine Mammal Conference, Barcelona. 7-12 December 2019. Veggspjald. 1 bls.
80. Jóhann Sigurjónsson 1988. Hvalatalningar á Norður-Atlantshafi sumarið 1987. Ægir 81(10): 514-524.

## UM HÖFUNDA



**Ævar Petersen** (f. 1948) lauk BSc-Honours-prófi í dýrafræði frá Aberdeen-háskóla í Skotlandi 1973 og doktorsprófi í fuglafræði frá Oxford-háskóla á Englandi 1981. Ævar er nú á eftirlaunum.

**Ævar Petersen** | Brautarlandi 2, IS-108 Reykjavík | [aevar@nett.is](mailto:aevar@nett.is)



**Snæbjörn Pálsson** (f. 1963) er prófessor í stofnlíffræði við Háskóla Íslands. Hann lauk BS-prófi í líffræði frá Háskóla Íslands 1988, meistaraþrófi frá Vist-og þróunarfræðideild New York-háskóla í Stony Brook 1992 og doktorsprófi í erfðafræði frá Uppsala-háskóla 1999. Árin 2000-2001 vann Snæbjörn hjá tölfræðideild Íslenskrar erfðagreiningar en frá 2002 hefur hann stundað rannsóknir og kennt m.a. þróunarfræði við Háskóla Íslands. Rannsóknir Snæbjörns eru einkum á sviði stofnerfðafræði og hafa m.a. beinst að aðgreiningu stofna, kynblöndun og áhrifum náttúrulegs vals á erfðabreytileika.

### Snæbjörn Pálsson

Líf- og umhverfisvísindadeild Háskóla Íslands  
Öskju | Sturlugötu 7, IS-102 Reykjavík | [snabj@hi.is](mailto:snabj@hi.is)

Magnús Helgi Jóhannsson og Kristín Magnúsdóttir

# Alkóhól í ylli- og reyniberjum á Íslandi

## – forathugun

**ALMENNT ER TALID HUGSANLEGT** að smáfuglar verði ölvaðir af berjaáti á haustin og geti þess vegna farið sér að voða. Til að kanna það fyrirnefnda voru tekin sýni af berjum þriggja reynitegunda og yllis í september og október 2014 og mælt í þeim alkóhól. Trén voru í vesturbæ Reykjavíkur eða í Kópavogi. Berin voru fyrst tínd 18. september og mæld sama dag. Jafnframt voru ber sett í frysti. Hinn 2. október voru frosnu berin mæld og jafnframt tínd ný ber sem voru mæld sama dag. Magn etanóls og metanóls var ákvarðað með gasgreiningu. Í flestum tilvikum voru mæld 6 sýni af hverju tré. Í flestum sýnum mældist bæði etanól og metanól, en í ylliberjum mældist lítið eða ekkert etanól. Etanól mældist í styrk allt að 5,75‰ (g/kg) og metanól allt að 2,03‰ (g/kg) en þetta magn dugir sennilega til að valda ölvunarástandi hjá smáfuglum.

### INGANGUR

Flest ber og ávextir innihalda talsvert magn af kolvetnum, sem eru mikilvægur þáttur í næringu smáfugla. Í náttúrunni eru margar tegundir sveppa og baktería sem geta breytt kolvetnum í alkóhól.<sup>1</sup> Í flestum tilvikum myndast mest af etanóli en einnig getur myndast metanól (tréspíritus).<sup>2</sup> Í líffærum hryggdýra er mismikið af alkóhól-dehýdrógenasa (ADH), sem er það ensím sem umbrýtur bæði etanól og metanól. ADH breytir etanóli á asetaldehýð, sem er meinlaust efni, en þetta sama ensím breytir metanóli í formaldehýð, sem er eitrad. Formaldehýð umbrotar síðan í maura-sýru, og eitrunareinkenni bæði formaldehýðs og maura-sýru eru meðal annars ölvunarástand, blindi, nýrnabilun og dauði. Formaldehýð er þó eitradra.

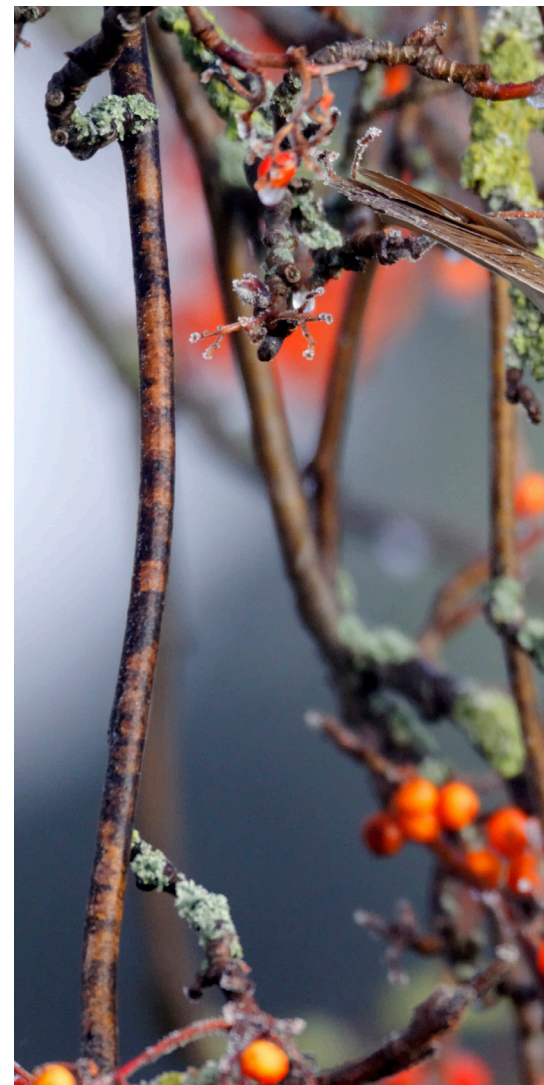
Við fundum í gagnasöfnum (PubMed, Web of Science, Google Scholar, Library

of Congress) nokkur dæmi um almenna umfjöllun um þetta mál en einungis fáeinir greinar í ritryndum tímaritum þar sem beitt er vísindalegri aðferðafræði og gerðar mælingar á alkóhóli í berjum eða líffærum fugla. Ekki var gerð ýtarleg heimildaleit enda ekki ætlunin að gefa tæmandi yfirlit yfir efnið. Markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort etanól og metanól væri að finna í berjum algengra trjátegunda í þéttbýli á Íslandi og hvort magn þessara efna er nægjanlegt til að valda ölvunarástandi hjá smáfuglum.<sup>3,4</sup> Einnig var kannað hvort frostnætur eru forsenda fyrir myndun umræddra efna.

Birtar hafa verið niðurstöður mælinga á etanóli í berjum<sup>1,2,4,5</sup> og í dauðum fuglum.<sup>3</sup> Einnig hefur fundist metanól í ýmsum berjum og ávöxtum.<sup>2</sup> Þessar rannsóknir sýna svipaðan styrk etanóls og metanóls og fannst í okkar efniviði.

### AÐFERÐIR

Gasgreining (e. gas chromatography) er algengasta aðferðin til að magnákvarða alkóhól og skyld efni, og er hún bæði nákvæm og sérhæfð. Á Rannsóknastofu í lyfja- og eiturefnafræði (RLE) hefur etanól í blóði verið ákvarðað með gasgreiningu frá árinu 1972. Á þeim tíma hafa orðið talsverðar breytingar á framkvæmd aðferðarinnar til að standast auknar kröfur um sérhæfni og nákvæmni. Við mælingar á alkóhóli í berjum var notaður gasgreinir af gerðinni Clarus 500 frá Perkin-Elmer (HeadSpace) og innspýtibúnaðurinn Turbomax 40. Með þessari samstæðun var notaður hugbúnaður frá Perkin Elmer. Með þessum tækjabúnaði voru notaðar skiljur eða mjósúlur (e. capillary columns), 30 m langar og 0,53 mm að innanmáli, framleiddar hjá Restek Corporation undir nafninu BAC-1 og BAC-2. Stöðufasar þeirra hafa mis-





munandi eðlislefnafræðilega eiginleika og eru sérhannaðir til ákvörðunar á etanóli og skyldum efnum. Loftrýmisgreining (e. HeadSpace analysis) er tíðnotuð mæliaðferð við magnákvörðun á rokgjörnum efnum (alkóhóli, asetón o.fl.). Þetta er eins konar eiming, og því er sýninu sprautað á gasformi í súluna. Við þetta varð mælingin bæði nákvæmari og sérhæfari en áður.

Berjum var safnað af úlfareyni, ilmreyni, silfurreyni og ylli. Hluti berjanna var geymdur í hálfan mánuð í frysti við  $-18^{\circ}\text{C}$ . Við undirbúning sýnanna voru nokkur ber vaktuð og sett í hettuglas sem í var vatnslausn með n-própanóli (innri staðall). Berin voru kramin með glerstaf og glasinu lokað. Glösín var svo ásamt viðmiðunarstöðlum hituð upp í  $60^{\circ}\text{C}$  í innspýtingarbúnaði tækisins og sýni af loftfasa sprautað inn á gasgreininn. Greiningarmörk fyrir etanól og metanól voru sett við 0,1%.

### NIÐURSTÖÐUR

Niðurstöður rannsóknarinnar má sjá í Töflu 1. Í töflunni eru teknar saman allar mælingar í rannsókninni og sýnir hún hvernig þær dreifast milli trjategunda og tímabila. Tekin voru 6 sýni af hverju tré nema ylli. Af tæknilegum ástæðum reyndist hvorki unnt að mæla öll fersku ylliberin 18. september né frystu berin 2. október. Síðarnefnda daginn var sáralítið eftir af ylliberjum á trjánum og þau fáu sem fundust voru illa skorpin. Það sem er athyglisverðast við þessar niðurstöður er að þarna er að finna mun meira af metanóli en við bjuggumst við, og engin ein trjategund sker sig áberandi úr hvað varðar magn etanóls eða metanóls. Dreifing þessara niðurstaðna er mikil en þær gefa þó þokkalega mynd af styrk etanóls og metanóls í berjum þeirra trjategunda sem skoðaðar voru. Engar frostnætur voru á

höfuðborgarsvæðinu á þessu tímabili og frost virðist því ekki vera forsenda fyrir myndun alkóhóls í berjum þessara trjáa.

### UMRÆÐA

Hér er um að ræða svolitla forathugun á efni sem er áhugavert frá ýmsum sjónarhornum.<sup>6</sup> Markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort alkóhól væri að finna í berjum algengra trjategunda á Íslandi. Einnig hvort alkóhól væri þar til staðar í styrk sem gæti valdið ölvunarástandi hjá smáfuglum. Hér ber að athuga að bæði etanól og metanól valda ölvunarástandi, sem þannig leggst saman. Ekki er óhugsandi að metanólið valdi sjónskerðingu í fuglunum. Styrkur alkóhóls í reyniberjum og ylliberjum, sem hér er lýst, er ekki mjög frábrugðinn því sem aðrir hafa fundið. Ekki er mikið vitað um áhrif alkóhóls á skynfæri og hegðun fugla en þau áhrif eru meðal annars háð

1. Tafla. Mælingar í ‰ (g/kg) sýna meðaltal og spönn.  
– Measurements in ‰ (g/kg) showing mean and range.

A. Mælingar á ferskum berjum 18. september 2014,  
– Measurements 18th of September 2014 on Fresh berries.

	metanól, ‰	n	etanól, ‰	n
Úlfareynir	1,54 (0,95–2,03)	6	0,68 (0,39–1,02)	6
Ilmreynir	0,10 (0,04–0,16)	6	0,40 (0,28–0,62)	6
Silfurreynir	1,21 (0,87–1,86)	6	2,58 (2,07–3,01)	6
Yllir	1,28 (0,96–1,54)	4	0,05 (0,02–0,08)	3

B. Mælingar 2. október 2014 á berjum geymdum í frysti frá 18. September 2014. – Measurements the 2<sup>nd</sup> of October 2014 on Berries stored at -18 ° C for 15 days.

	metanól, ‰	n	etanól, ‰	n
Úlfareynir	1,60 (1,34–1,94)	6	2,74 (1,41–5,75)	6
Ilmreynir	0,24 (0,22–0,27)	6	0,98 (0,28–1,83)	6
Silfurreynir	1,09 (0,89–1,27)	6	0,90 (0,27–3,01)	6
Yllir	0,96 (0,86–1,06)	5	<0,1	5

C. Mælingar 2. október 2014 á ferskum berjum.  
– Measurements the 2nd of October 2014 on Fresh berries.

	metanól, ‰	n	etanól, ‰	n
Úlfareynir	1,32 (1,17–1,46)	6	0,47 (0,13–1,41)	6
Ilmreynir	0,13 (0,05–0,30)	6	0,31 (0,17–0,48)	6
Silfurreynir	1,07 (0,79–1,26)	6	1,12 (0,66–1,83)	6
Yllir		0		0

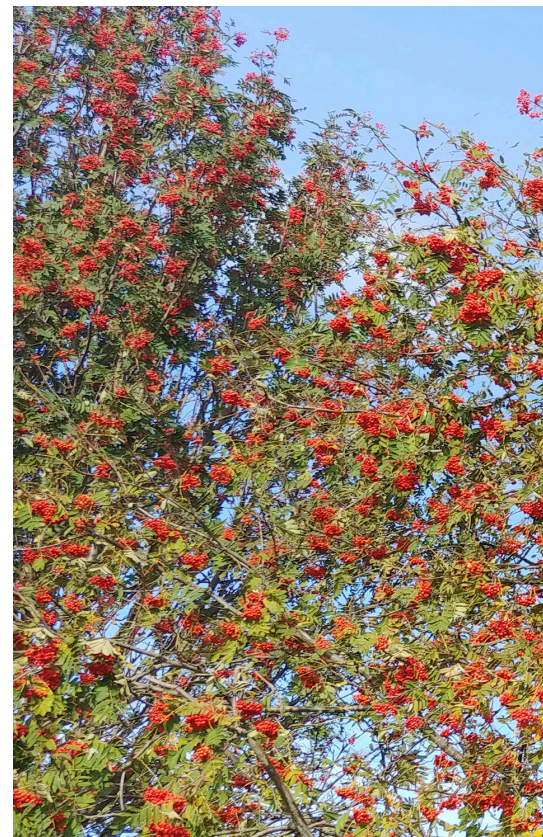
Trén – The trees:

Úlfareynir = *Sorbus hostii* (e. Rowan)

Ilmreynir = *Sorbus aucuparia* (e. Rowan, Mountain ash)

Silfurreynir = *Sorbus intermedia* (e. Rowan, Swedish whitebeam)

Yllir = *Sambucus racemosa* (e. Elder)



styrk ADH í blóði, sem er mismunandi eftir fuglategundum.<sup>7</sup> Þær tegundir sem éta mikið af berjum og öðru sem inniheldur alkóhól virðast hafa meira af ADH en aðrar tegundir og þola þess vegna alkóhól betur.<sup>7</sup>

Mikil dreifing niðurstaðna í þessari rannsókn takmarkar þær ályktanir sem hægt er að draga af mismun milli trjátegunda. Sama má segja um hugsanleg áhrif frýstingar. Það sem hægt er að fullyrða er að í berjum þessara fjögurra trjátegunda er að finna talsvert magn etanóls og metanóls og að frostnætur eru ekki forsenda fyrir því að þessi alkóhól myndist.

Vitneskjan um að ber og ávextir geti innihaldið metanól hefur orðið til þess að spurt er hvort sú fæða geti verið hættuleg mönnum. Svarið er að styrkur metanóls og það magn sem líklegt er að menn neyti á stuttum tíma er langt frá hættumörkum.<sup>2</sup>

Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna að áhugavert gæti verið að gera viðameiri rannsókn hér á landi. Slík rannsókn gæti náð til fleiri tegunda berja, meðal annars villtra berja í íslenskri náttúru, svo sem krækiberja og bláberja. Rannsóknin þyrfti einnig að spanna lengra tímabil.



## ABSTRACT

### *Alcohol in Rowan- and Elderberries in Iceland – a preliminary study*

It is common belief that in late summer and autumn birds can become intoxicated by alcohol after eating berries. To test this hypothesis samples were taken from Rowan- and Elderberries in September and October 2014 for analysis of alcohol content. The selected trees were in Reykjavík and Kópavogur (see Table 1). Berries were collected on 18th September and analysed the same day. On the same day berries were put in a freezer and kept at -18 °C for 2 weeks. On 2nd October the frozen berries were analysed and fresh berries were picked and analysed the same day. Gas chromatography was used to identify and quantify ethanol and methanol. In most cases 6 samples were analysed from each tree. Both ethanol and methanol were found except in elderberries where ethanol was very low or not detectable. Ethanol was found in concentrations up to 5.75‰ and methanol up to 2.03‰. These concentrations are probably sufficient to cause alcohol intoxication in birds feeding on these berries.

## HEIMILDIR

1. Mazeh, S., Korine, C., Pinshow, B. & Dudley, R. 2008. The influence of ethanol on feeding in the frugivorous yellow-vented bulbul (*Pycnonotus xanthopygus*). *Behavioural Processes* 77(3). 369–75. doi: 10.1016/j.beproc.2007.10.003
2. Possner, D., Zimmer, T., Kürbel, P. og Dietrich, H. 2014. Methanol contents of fruit juices and smoothies in comparison to fruits and a simple method for the determination thereof. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 110. 65–69.
3. Kinde, H., Foate, E., Beeler, E., Uzal, F., Moore, J. & Poppenga, R. 2012. Strong circumstantial evidence for ethanol toxicosis in Cedar Waxwings (*Bombycilla cedrorum*). *Journal of Ornithology* 153(3). 995–998. doi:10.1007/s10336-012-0858-7
4. Prinzinger, R. & Hakimi, G.A. 1996. Alkohol-aufnahme und Alkoholabbau beim Europäischen Star *Sturnus vulgaris*. (Alcohol resorption and alcohol degradation in the European Starling *Sturnus vulgaris*). *Journal of Ornithology* 137(3). 319–327. <http://doi.org/10.1007/Bf01651072>
5. Eriksson, K. & Nummi, H. 1982. Alcohol accumulation from ingested berries and alcohol metabolism in passerine birds. *Ornis Fennica* 60. 2–9.
6. Tryjanowski, P., Hetman, M., Czechowski, P., Grzywaczewski, G., Sklenicka, P., Ziemblinska, K. & Sparks, T.H. 2020. Birds drinking alcohol: Species and relationship with people. A Review of information from scientific literature and social media. *Animals (Basel)* 10(2). doi: 10.3390/ani10020270.
7. Janiak, M.C., Pinto, S.L., Duytschaever, G., Carrigan, M.A. & Melin, A.D. 2020. Genetic evidence of widespread variation in ethanol metabolism among mammals: Revisiting the ‘myth’ of natural intoxication. *Biology Letters* 16(4). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0070>

## ÞAKKIR

Við þökkum Aðalheiði Dóru Albertsdóttur og Ingibjörgu G. Magnúsdóttur sem sáu um söfnun og meðhöndlun berja og um mælingarnar að mestu leyti.

## UM HÖFUNDA



**Magnús Helgi Jóhannsson** (f. 1942) lauk læknanámi við Háskóla Íslands 1969 og doktorsprófi við háskólann í Lundi í Svíþjóð 1974. Hann starfaði sem dósent og síðar prófessor við læknaeild HÍ frá 1975 en er nú á eftirlaunum. Starfsvettvangur Magnúsar við HÍ var Rannsóknastofa í lyfja- og eiturefnafræði.

**Magnús Helgi Jóhannsson**  
Selbrekku 14, 200 Kópavogi | [magjoh@hi.is](mailto:magjoh@hi.is)



**Kristín Magnúsdóttir** (f. 1951) er lyfjafræðingur og starfaði sem deildarstjóri á Rannsóknastofu í lyfja- og eiturefnafræði við HÍ frá 1975. Hún starfaði lengst af við mælingar á alkóhóli í lífsýnum. Kristín er nú á eftirlaunum.

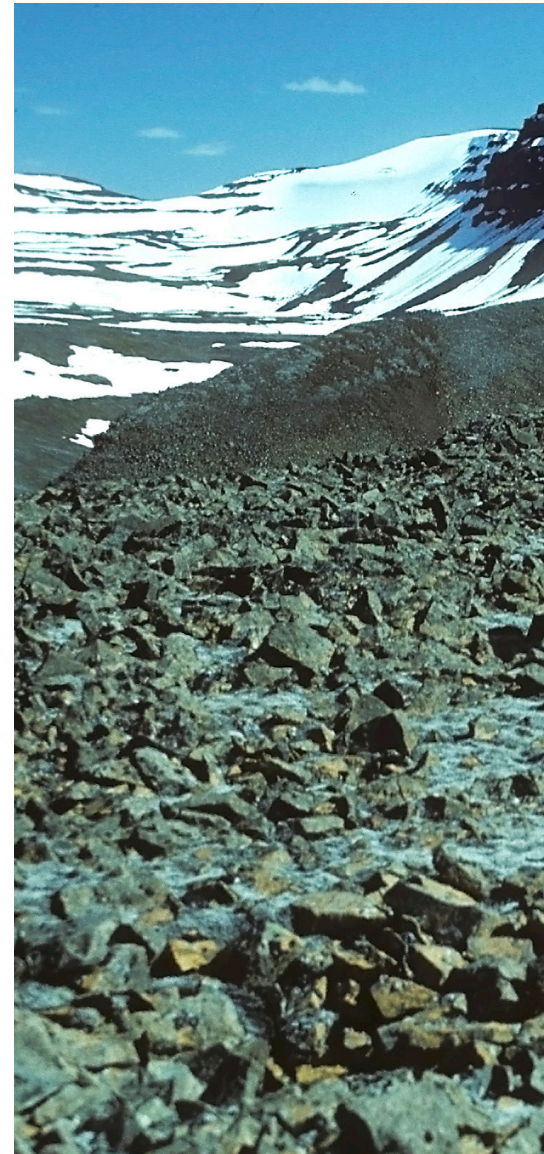
**Kristín Magnúsdóttir**  
[kristmag@hi.is](mailto:kristmag@hi.is)

Ágúst Guðmundsson

# Frerafjöll og hörfandi sífreri á Íslandi

Á ÍSLANDI er sífreri víða í jarðlögum ofan 600-800 m hæðar yfir sjó. Við sérstök skilyrði finnst sífreri á láglandi, einkum í kuldagildrum þar sem kalt loft varðveitist og endurnýjast svo sem í hellum og holurðum. Mælingar á hitastigi í yfirborðsjarðlögum á hálendinu og í sífrera til fjalla voru gerðar í fáein ár um síðustu aldamót í aðdraganda Kárahnjúkavirkjunar og í tvo síðustu áratugi hefur hópur norskra vísindamanna er tengist Oslóarháskóla mælt hitastig í jörðu á hálendinu og í fjöllum norðanlands og austan. Hafa þeir bæði stuðst við aðgreinda síritandi hitanema og við strengi með þéttri röð hitanema í fjórum borholum. Tilvist sífrera á Íslandi þykir því staðfest.

Ummerki um fornan sífrera er víða að finna á hálendi landsins og í fjöllum á útjörðum þess. Sérstaklega er þetta áberandi á utanverðum Vestfjörðum, í fjöllum norðanlands (Frá Húnavatnssýslum austur í Suður-Þingeyjarsýslu) og í Austfjarðafjallgarði. (Að auki finnst virkur sífreri í stökum háum fjöllum á sunnanverðu landinu). Skýr dæmi má sjá í landmótun, djúpri frostveðrun fjalla og mikilli útbreiðslu urðarjökla (e. relict rockglacier deposits). Þetta eru talin skýrustu einkenni um tilvist sífrera að fornu og nýju í fjallahlíðum. Greining á rúmfræðilegri stöðu fornra urðarjökla á Tröllaskaga bendir til að á myndunartíma sumra þeirra hafi loftslag verið meira en 3-5 °C kaldara en hér ríkir nú. Rannsakendur sem unnið hafa á Tröllaskaga síðustu tvo áratugi telja að margir virku urðarjökla þar séu yngri en 5-6 þúsund ára. Á hálendinu sést hörfun sífrera í freðmýrum með frerarústum (e. palsas) og að frerakúpur (e. lithalsas) hærra í landinu eru að falla saman. Talið er að megnið af slíkum sýnilegum sífrera hafi tekið sér bólfestu á litlu ísöldinni eða tímabilinu 1350-1900. Hörfandi sífreri í fjallahlíðum er talinn leiða til aukinnar tíðni og stækkandi skriðufalla sem eiga upptaksvæði í þiðnandi lausum jarðlögum.



## INNGANGUR

Íslendingar hafa um langan aldur þekkt að frost getur verið í jörðu árið um kring og kallast slíkt sífreri. Menn þekkja þetta sérstaklega í hellum þar sem ís hefur legið í botni þeirra árið um kring og jafnvel lokað þeim langtímu saman svo sem var í Víðgelmi í Hallmundarhrauni. Líklega liggur sífreri lægst yfir sjávarmáli hérlendis í kuldagildrum eins og hellum og holurðum (opnum stórgrýttum urðum þar sem djúpt er á finefni) því kalt loft er tiltölulega eðlisþungt og sígur því niður og helst kalt með nýju köldu lofti á næsta vetri. Smalar sem fóru um gróðursælar mýrar á hálendinu sunnan Hofsjökuls sáu að gróðurlitlar kúpur í mýrunum höfðu ískjarna undir tiltölulega þunnri jarðvegsþekju (samtal við fjallmenn Gnúp-



1. mynd. Gengið um frostsprengdar og frostlyftar þelaurðir á háfjöllum Tröllaskaga.  
– Blockfields on the top of Tröllaskagi mountains. Ljósmynd: Ágúst Guðmundsson 1987.

verja 1980). Aðrir smalar sem leituðu fjár í fjöllum, til dæmis á utanverðum Tröllaskaga sáu glitta í ís í grófum urðum hátt til fjalla (samtal við Jóhann Ísak Pétursson jarðfr. frá Sléttuhlíð í Skagafirði 2000). Síðar fóru vísindamenn að veita athygli ummerkjum um sífrera og rita um þau fræðigreinar.

Fyrir liðlega hálfri öld (1968) ritaði Þorleifur Einarsson bókina *Jarðfræði. Saga bergs og lands* og í henni er stutt samantekt um sífrera hérlandis. Þar nefnir hann að á miðhálandi Íslands sé sífreri í jörðu enda sé þar úrkomulítið og meðalárshiti undir frostmarki. Sífrerasvæðin séu gjarnan í lægðum og jafnan rök og með gróðurþekju. Eftir lýsingu á sífrerarústum rekur Þorleifur að þær sé helst að finna í Þjórsárverum,

á Arnarvatnsheiði, í Orravatnsrústum norðan Hofsjökuls, við Möðrudal, á Jökuldalsheiði, Vesturöræfum og í Kringilsárrana<sup>1</sup>. Með aukinni jarðfræðikortlagningu á hálandinu og betra aðgengi að góðum loftmyndum sést að sífreralandslag freðmýra er víðar að finna.

Í fyrstu útgáfu bókarinnar minnst Þorleifur á önnur ummerki um sífrera sem hann nefnir *þelaurðir* og ritar svo: „Á háfjöllum, þar sem meðalárshiti er undir 0 °C og frostveðrun mikil, verða til þelabundnar skriður og urðir. Á hverju ári bætist grjótt í urðina og sígur hún þá undan brekkunni sökum þungans. Þessar þelabundnu urðir mætti nefna þelaurðir. Á ensku nefnast þær rock glaciers. Þær eru nokkuð algengar í *Eyjafjarðarfallgarðinum*“ (bls 136).<sup>1</sup>

Eftirtektafvert er að í seinni útgáfum jarðfræðibókarinnar (sem eru fimm talsins á árunum 1973-1991 ásamt endurprentunum til 1999) hefur umfjöllun um sífrera verið stytta mjög og umfjöllun um það sem Þorleifur nefndi „þelaurðir“ (e. rock glaciers) með öllu sleppt.

Eftir að höfundur kom á sínum tíma (að loknu BSc námi í jarðfræði frá HÍ) inn í heim jarðfræðikortlagningar með ýmsar kenningar á sviði landmótunar í farteskinu, lenti hann í breytilegum vinnuhópum erlendra jarðvísindamanna sem sáu ýmsa landmótunarþætti Íslands frá öðru sjónarhorni en höfundur hafði verið kennt á fyrri skólagöngu. Í byrjun árs 1992 vakti höfundur máls á að urðartungur á basaltsvæðum hérlandis ættu líklega uppruna sinn að rekja til frost-



2. mynd. Í háfjöllum Tröllaskagans eru aðstæður víða hliðstæðar þessum, frostsprengrar og frostlyftar urðir uppi á fjalla-brúnum (þelaurðir) en í skálum undir brúnum liggja víða lagskiptar urðartungur urðarjökla. – Blockfields on the top of the mountains of Tröllaskagi and stratified active and inactive rockglaciers nested in cirques. Ljósmynd. /Photo: Ágúst Guðmundsson 1998.

niðurbrots við myndum urðarjökla.<sup>2</sup> Síðan eru liðnir liðlega fjórir áratugir og hefur höfundur sýnt að sá þáttur jarðfræðinnar er snýr að sífrerajarðfræði hafi vakið sáralitla athygli hérlandis. Því þykir höfundur ástæða til að draga saman það helsta sem honum er kunnugt um að unnið hafi verið við sífrerajarðfræði á Íslandi síðustu áratugi. Hvað greina-skrif á því sviði varðar, koma erlendir vísindamenn aðallega við sögu (og hafa Norðmenn og síðar Spánverjar og Frakkar verið þar fyrirferðarmestir).

## SÍFRERI Í FJÖLLUM

Nokkuð hefur verið ritað um jökla á meginhluta ísaldarinnar á Íslandi<sup>3-7</sup> en þó langtum meira um hörfun jökla í lok síðasta jökulskeiðs.<sup>8-11</sup> Rannsóknir á myndun sífrera hefur hins vegar verið fremur lítið sinnt af hérlandum jarðfræðingum. Ef til vill er skýringin sú að sífrerinn er yfirleitt hátt til fjalla og stundum í bröttum illfærum hlíðum þar sem aðgengi er ógreiðfært og athuganir kosta mikið erfiði. Aðkoma höfundar að athugunum á sífrera ná aftur til áttunda áratugar tuttugustu aldar og er við hæfi að rekja hvernig þær rannsóknir hafa þróast síðan.

Fyrst sá höfundur urðarjökla (e. rock glaciers) árin 1975 og 1976 er hann vann við berglagakortlagningu á Mið-Norðurlandi ásamt Jóhanni Helgasyni jarðfræðingi. Eftir að hafa lýst jarðlagasniðum í bröttum hlíðum upp á fjallsbrúnir, var stundum líkt og að koma í annan heim því þar blöstu víða við úfnar

„horngrýtis“ grjótpækjur sem voru gjörólíkar urðum og melum sem sjást víða á láglandi (mynd 1). Ekki er höfundur kunnugt að miklar athuganir hafi farið fram á þessum háfjalla- þekjuurðum (e. blockfields, þ. Felsenmer) sem etv. er mest viðeigandi að nefna þelaurðir á íslensku. Þessar „horngrýtis“ urðir eru ólíkar urðum með rúnnaða steina og fínefnaríku gráleitu seti sem sjá má víða á Miðhálandinu, austan Vatnajökuls og á Glámuhálandi Vestfjarða og ætla má að hafi legið undir jökulum síðasta jökulskeiðs.

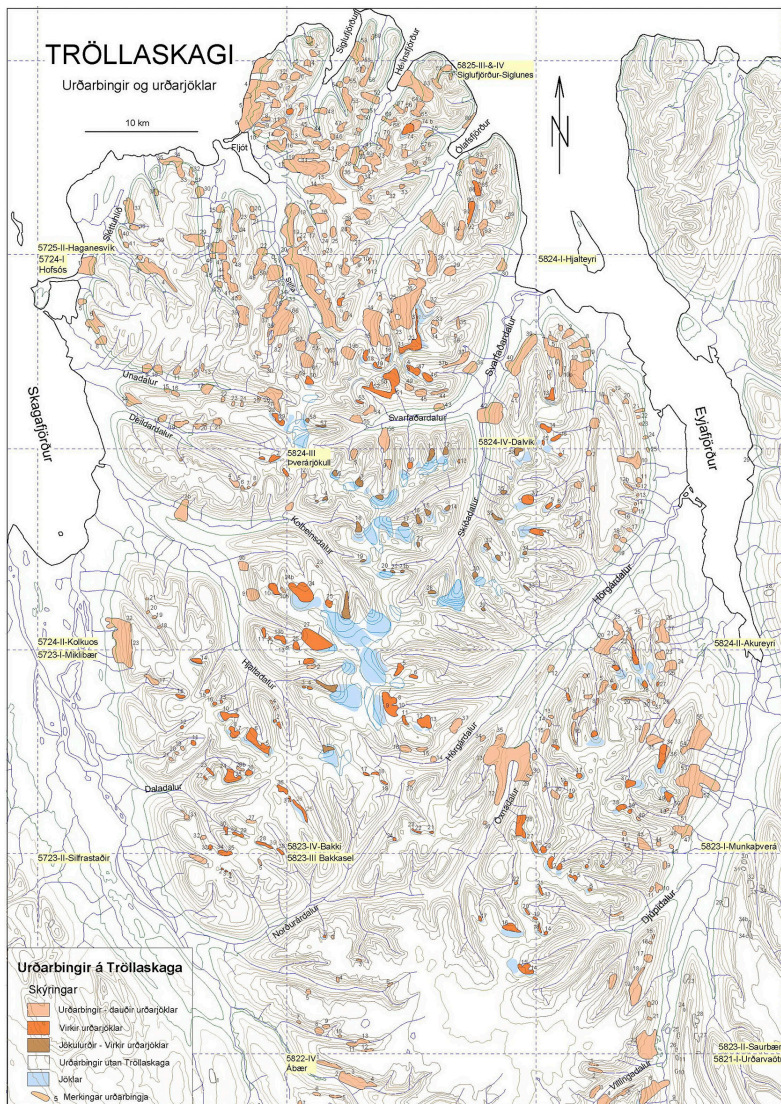
Í skálum undir bröttum klettaþiljum á Tröllaskaga liggja grófar og ógreiðfærar, oft tungulaga urðir. Urðirnar skriða fram vegna eigin þunga og innri íss og hefur höfundur kosið að nefna þessi fyrirbæri *urðarjökla* (en ekki *grjótjökla* eins og oft hefur sést hérlandis), vegna þess að í efnisgerð þeirra hræst saman allar kornastærðir. Því sé eðlilegra að tala um *urðarset* fremur en *grjótset*. Þar sem jarðmyndanirnar hafa myndunareinkenni sem vísa til seigfljóttandi skriðs og líta út sem urðartungur og urðarbingir, telur höfundur eðlilegra að nota um þær orðið *urðarjökull* fremur en *þelaurd* sem vísar fremur til frosins efnis í kyrrstöðu.

Í flestum erlendum greinum um urðarjökla<sup>12-15</sup>, er greint frá „virkni“ (e. activity) urðartungna. Hér er lagt til að nota orðin „*virkur*, *stjarfur* og *daudur* um innra ástand þeirra (e. „active-, inactive- and relict- rockglacier“). Um miðjan áttunda áratuginn (er framan-greind berggrunnskortlagning fór fram á Tröllaskaga), var jafnan mikill snjór

í umræddum skálum sem faldi urðartungurnar að mestu og sama mátti segja um loftmyndir sem teknar voru á því árabili. Loftmyndir (Landmælinga Íslands) frá árinu 1960 sem teknar voru í lok langs hlýindakafla, gefa miklu betri sýn á þessi fyrirbæri, borið saman við loftmyndir frá snjó- og kuldaárunum 1963-1990. Hins vegar gefa loftmyndir síðustu þriggja áratuga yfirleitt nokkuð skýra mynd af ástandi urðarjökla og annarra sífrerayfirbæra í háfjöllum hérlandis (Vefsíða Map.is, Loftmyndir ehf).

Eyles birti í tímaritinu Jökli stutta grein um urðarjökla í Esjufjöllum og taldi að þeir hefðu myndast á síðustu öldum.<sup>16</sup> Með samiburði við rannsóknir síðari ára á þróun urðarjökla í fjöllum Tröllaskaga<sup>17,18</sup> tekur slík myndun nokkur þúsund ár og varla gilda mjög frábrugðin lögmál um hliðstæðar myndanir í Esjufjöllum. Á áttunda og níunda áratug síðustu aldar voru gerðar umtalsverðar athuganir á urðarjöklinum í Nautaskál í Skjöldal í Eyjafirði. Töldu rannsakendur með greiningum á fléttum og aldri þeirra, að þar hefði fallið berghlaup um 200 árum fyrr og þakið lítinn skálarjökul og að ekki væri því um sífrerayfirbæri að ræða.<sup>19,20</sup> Um þetta og fleira spruttu ritdeilur erlendis milli þeirra Whalley í Belfast og Haberli í Zurich og fleiri. Niðurstöður Whalleys hafa síðar verið dregnar mjög í efa og síðari hitamælingar Norðmanna í fjöllum á Tröllaskaga, sýna tryggilega tilvist sífrerans í Skjöldal.<sup>21-26</sup> Geta má sér þess til, að ungur aldur skófa





3. mynd. Útbreiðsla urðarbingja og urðartungna á Tröllaskaga. Byggt á korti (teikning 6.1) í ritgerðinni Freráfjöll<sup>27</sup>. – Distribution of rockglaciers and related debris bodies in the Tröllaskagi peninsula (valley and cirque glaciers light blue)<sup>27</sup>. Ágúst Guðmundsson 2000.

og flétta þar og víðar á Tröllaskaga, sé fremur tengt mikilli hrörnun slíkra lífvera samfara móðuharðindunum seint á átjándu öld.

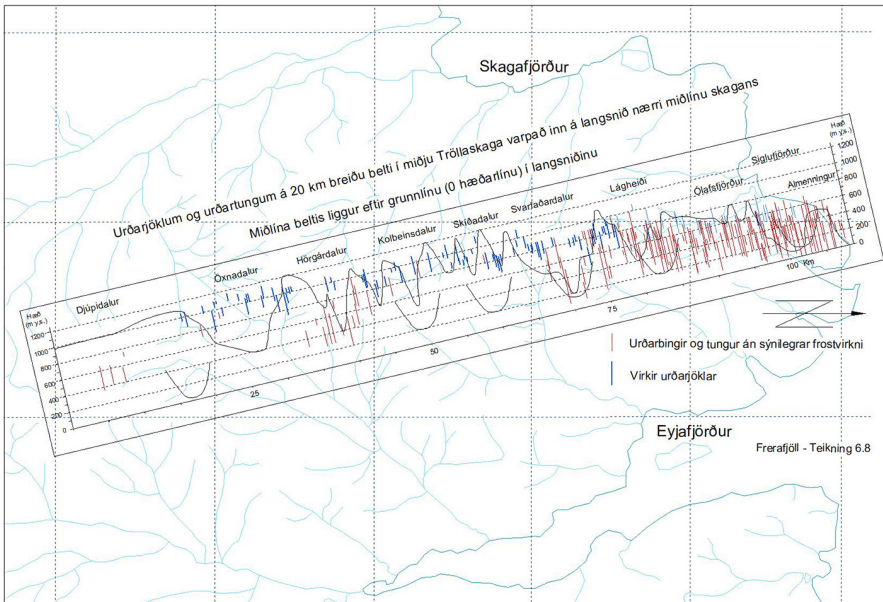
Á árunum 1987-2000, skoðaði höfundur nánar þessi fyrirbæri og ritaði um þær ýtarlega MSc ritgerð í jarðfræði við Háskóla Íslands undir heitinu *Freráfjöll*.<sup>27</sup> Árið 1995 ritaði höfundur grein í Náttúrufræðinginn undir heitinu: *Berghlaup eða urðarjökjar*.<sup>28</sup> Greinin vakti athygli og var gagnrýnd í orðræðu jarðfræðisamfélagsins en þó var lítt eða ekki ritað gegn henni. Síðari tíma rannsóknir og greinaskrif erlendra vísindamanna hafa þó fremur styrkt þær tilgátur sem þar eru lagðar fram en hrakíð.<sup>22,23,25</sup> Að auki ritaði höfundur um sífrerasvæði á Norð-Austurlandi í tímaritid Múlþing 1996<sup>29</sup> og almennt um sífrera á Íslandi í „ráðstefnurit“ í Frakklandi vegna kynningar á sífrera hérlendis.<sup>30</sup> Á mynd 2 eru

sýnd dæmi um urðarjökla í skálum að baki Hólabyrðu í Hjaltadal. Snjóalög eru mjög breytileg milli ára og sum árin sést lítið í virku urðarjökklana.

Í ritgerðinni Freráfjöll,<sup>27</sup> er gerð tölfræðileg greining á ýmsum þáttum er varða urðarjökla, urðartungur og urðarbingi á Tröllaskaga. Ekki er höfundur kunnugt um að hliðstætt hafi verið unnið hérlendis þótt slík gagnamedferð hafi verið algeng erlendis.<sup>12-15,31,32,33</sup> Á mynd 3 er útbreiðslukort yfir urðarjökla á Tröllaskaga smækkað úr ritgerðinni Freráfjöll. Með betri og aðgengilegri loftmyndum hin síðari ár, koma í ljós miklu fleiri urðarbingir en áður sáust (meðan ritid Freráfjöll var í undirbúningi) og auðveldara er að greina virkni þeirra. Þegar hér er rætt um urðartungur og urðarbingi er óvíst um hvort í þeim leynist enn innri ís og í þeim hópi eru einnig jarðmyndanir

sem telja má víst að séu orðnar íslausar á okkar tímum (e. relict rockglaciers).

Hæð urðartungnanna yfir sjó var greind og þær flokkaðar eftir landfræðilegum austur-vestur beltum auk þess sem þeim var varpað, inn í langsníð eftir háhrygg Tröllaskaga (4. mynd). Með þessum teikningum er gerð tilraun til að sýna staðsetningu urðartungna og flokkun þeirra í einfaldri þrívídd. Í ritgerðinni Freráfjöll eru niðurstöður margskonar greininga á tölfræðilegum þáttum er varða urðarjökla og urðartungur á Tröllaskaga. Sjá má að dreifing urðartungna og urðarjökla á Tröllaskaga er í stórum dráttum hliðstæð dreifingu slíkra fyrirbæra á virkum (og fyrrum virkum) sífrerasvæðum í fjöllum erlendis.<sup>12-14,33,39</sup> Mynd 4 má túlka sem svo að langtíma landmótun sýni þrálát einkenni „alpajökla“ sem hafa verið þykkastir í dalbotnum næst miðju skagans



4. Mynd. Langsnið eftir Tröllaskaga þar sem urðarjökulum og urðartungum á 20 km breiðu beltí er varpað inn í miðlinu og sýna lóðréttu strikin hæðardreifingu urðarjökla af mismunandi virkni, virkir eru bláir og óvirkir rauðir, (teikning 6.7 í Frerafjöllum<sup>27</sup>). – Altitude of rockglaciers in a 20 km wide zone in Tröllaskagi projected into one central section (active are blue and relict are red and the length of the sticks shows altitude from top to toe) Frerafjöll<sup>26</sup>. Ágúst Guðmundsson 2000.

og hindrað urðarjökla myndun þar, en að óvirku urðartungurnar í fjöllum úti á jöðrum skagans, sýni langtíma niðurbrot og skrið sífrera utan jökla.

Þegar lítið er nánar á tölfræðigögnin koma fram áhugaverðar myndir sem túlka má sem hluta af umhverfisáðstæðum í loftslagssögu Íslands<sup>26</sup>. Á mynd 5 eru sýnd litaskýggð beltí yfir stefnuháða dreifingu efri- og neðri-marka virkra urðarjökla og annarra urðartungna sem ólíklegt er að hafi ískjarna á okkar tímum (ljósbrúnn litur). Þar sést (lengst til hægri) að neðri mörk urðartunga ná í nokkrum tilfellum niður að sjávarmáli. Hafa ber í huga að samfrosnar urðartungur eða tungur með ískjarna halda áfram að skríða undan halla lengi eftir að hitastig umhverfis þær er orðið hærra en nemur fyrir sífreramörkum á viðkomandi stað. Því má ætla að slíkar þykkar og stórar urðartungur hafi skríðið áfram vegna innri íss, í mörg þúsund ár á fyrri hluta nútíma.

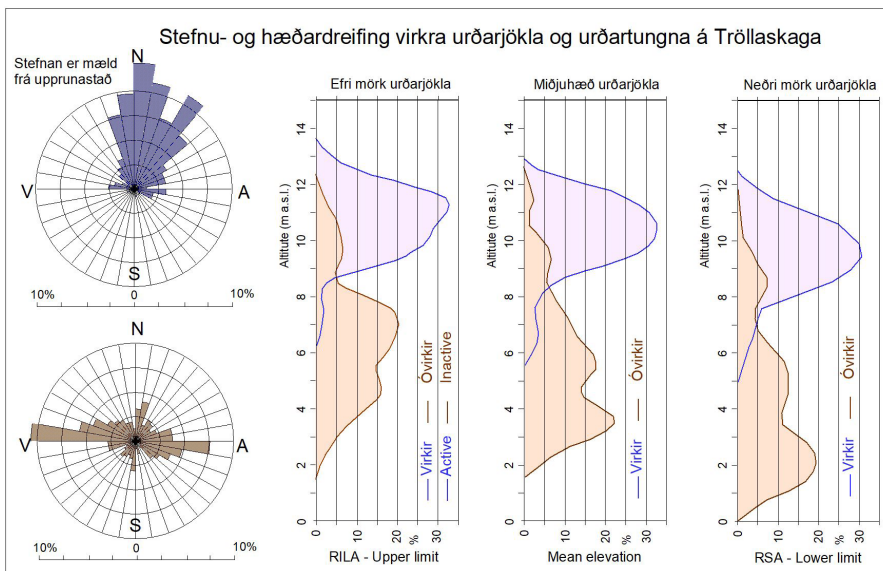
Stefnurósín efst til vinstri á mynd 5 sýnir að virkir urðarjökla á Íslandi stefna flestir í norðlægar áttir. Urðartungur með ískjarna ofan við um það bil 800 m hæð y.s. eru líklega í jafnvægi við loftslag síðustu árbúsunda. Rannsóknir spænskra vísindamanna á urðarjökulum í háfjöllum Tröllaskaga á síðasta áratug benda til að virku urðarjökla séu flestir myndaðir á síðustu fimm- til sex-þúsund árum.<sup>17,18,51</sup>

Myndirnar má túlka þannig að kjöraðstæður fyrir myndun urðartunga sem liggja í 300-700 m hæð y.s. hafi verið við 3-4 °C lægra meðalhitastig en ríkt hefur á Íslandi síðustu árbúsundir og að þá hafi mesta frostlosun á bergi átt sér stað í tíðustum umskiptum milli frosts og þíðu sem hafi verið til austurs og vesturs. Með frekari tímasetningum sem helst er að fá með „strípunar-aldursgreiningum“ (e. exposure dating) og með því að lesa í „strípaldur“ viðkomandi svæðis má líklega lesa nokkuð dýpra í loftslagssögu fortíðar.

Urðarjökla og urðarjöklaaset (tungur og bingir) eru talin vera skýrustu ummerki um sífrera í fjallendi bæði í nútíð og í fortíð.<sup>12-14,23,32,33,50</sup> Í liðlega aldarfjórðung hefur höfundur unnið að kortlagningu á urðarjökulum (urðartungum og bingjum). Dreifing þessarra fyrirbæra um Ísland, (sjá mynd 8) er athyglisverð. Urðarjöklaþarnir eru á þeim landsvæðum sem áður hafa verið talin líkleg íslaus svæði á ísaldartímanum.<sup>34-38</sup> Þéttast er dreifing framangreindra fyrirbæra í fjallendi Mið-Norðurlands beggja vegna Eyjafjarðar og Skagafjarðar ásamt stóru svæði á norðanverðum Austfjórðum og í fjöllum milli Vopnafjarðar og Héraðs (sjá mynd 6). Miðað við þær sífreramælingar sem farið hafa fram héraðs síðustu tvo áratugi má ætla að nokkuð víða á Tröllaskaga og Norð-Austurlandi sé sífreri í fjöllum og hafi haldist þar samfellt frá lokum síðasta jökulskeiðs.<sup>22,23,51</sup>

Laust eftir síðustu aldamót útvegðu franskir jarðfræðingar (Brigitte Van-Vliet-Laone og fl.) greinarhöfundir innrauðar SPOT gervitungla-myndir af Íslandi. Þessi franski hópur hafði stuttu áður birt grein með Íslandskorti sem sýndi bæði ummerki um útbreiðslu og botnskrið ísaldarjökla og byggði túlkun þeirra á framangreindum myndum<sup>38</sup>). Af SPOT myndunum var mun auðveldara en áður að lesa ummerki um skrípsteftur ísaldarjökla en hægt var með eldri svart-hvítum loftmyndum. Blasti þá við að á stórum svæðum landsins mátti fylgja botnskriðsstefnum jökla frá hálendi og út dali, auk þess sem ummerki um nokkrar afmarkaðar fornar jökulmiðjur blöstu við á norður- og norð-austurlandi (svo sem Skagi, Tjörnes og Möðrudalsfjallgarður, Haugsöræfi og Melrakkaslétta). Sömu sögu má segja um framþróun á þessu sviði þegar staf-ræn hæðarlíkön voru sett inn á net-síður Landmælinga og hjá Ískortum ehf fyrir nokkrum árum.

Landmótunarfræðingar telja að rekja megi landmótun til tiltekinna langvinnra umhverfisáðstæðna og rofafla er viðkomandi land mótaðist.<sup>38-40</sup> Athugun á framangreindum ummerkjum eftir botnskrið jökla sýnir að fornir meginjökla hafa sneitt merkilega vel framhjá svæðum með urðarjökulum og urðartungum þar sem hörfandi sífreri virðist víða vera enn til staðar.



5. mynd. Stefudreifing og hæðardreifing virkra urðarjökla (bleikur litur) og urðartungna (brúnn litur) á Tröllaskaga. (Freráfjöll<sup>26</sup>, samsettar myndir 6.4b og 6.2d). - Rose diagram expressing direction of rockglaciers in Tröllaskagi and frequency diagram showing altitude of active and relict rockglaciers and related sedimentations. Ágúst Guðmundsson 2000.

### SÍFRERI Á HÁLENDINU

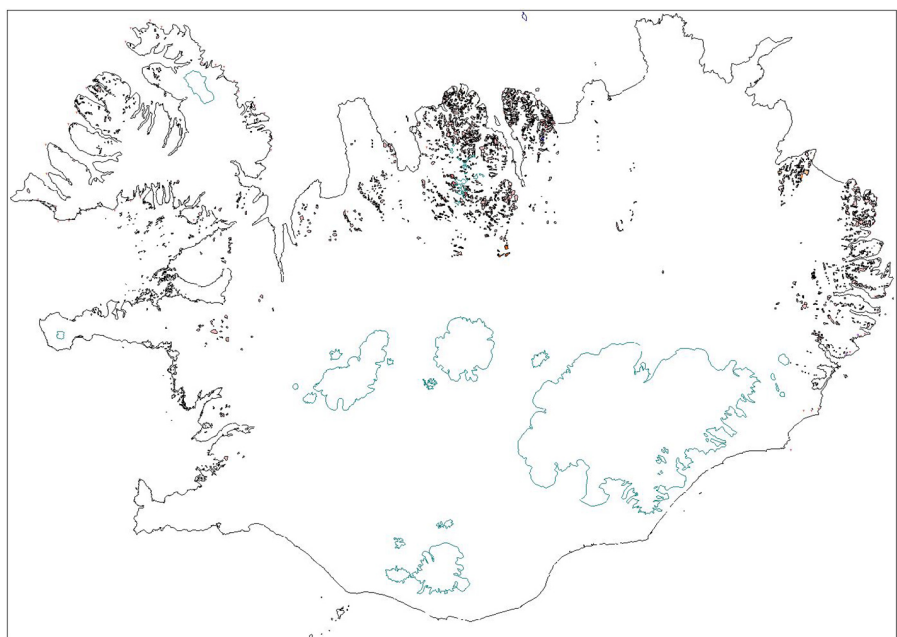
Ferðir jarðfræðinga um íslenska hálendið jukust mjög í tengslum við virkja-naundirbúning eftir miðja tuttugustu öld og víða blasti við þeim rústalandslag þar sem sífreri var að hörfa úr mýrum. Má þar nefna hálendið meðfram Efrifjórásá (mikið rannsakað um 1970 vegna mögulegrar orkuvinnslu), Orravatns-rústir og aðliggjandi svæði norðan Hofsjökuls og einnig víðáttumikil svæði á Austurhálendinu.<sup>42-49</sup> Þegar unnið var að undirbúningi virkjunar Jökulsár í Fljótsdal um 1980 voru meðal annars kannaðar aðstæður fyrir mikinn veituskurð frá Jökulsá á Fljótsdal á Eyjabökkum og norðaustur á miðhluta Fljótsdalsheiðar, þaðan sem virkja skyldi fallið niður í Fljótsdal, kom t.d. í ljós að talsvert var um frost í jörðu árið um kring.

Í aðdraganda Kárahnjúkavirkjunar kom fljótlega í ljós að frekari vitneskju var þörf um sífrera því víða fannst sífreri í jörð þar sem reisa skyldi mannvirki og einnig reyndust sumar jarðefnanámur til fyllinga vera frosnar. Í tengslum við þær athuganir var sett út talsvert net af niðurgröfnum síritandi hitanemum og fylgdist Victor Helgason jarðfræðingur hjá Landsvirkjun með framvindu og úrvinnslu þeirra mælinga. Má segja að það hafi verið fyrsti vísir að beinum hitamælingum í sífrera á hálendi Íslands (óbirtar rannsóknaskýrslur Landsvirkjunar unnar af höfundum og KEJV (Kárahnjúkar Electric Joint Venture)

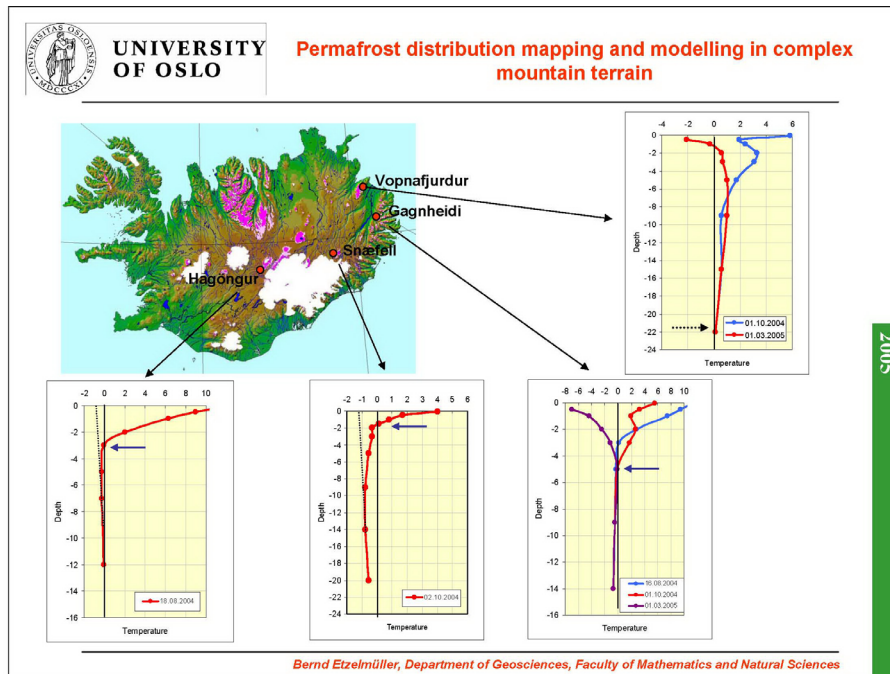
vegna undirbúnings Kárahnjúkavirkjunar á árunum 1995-2005).

Laust eftir aldamótin 2000 fór greinarhöfundur að leita eftir mögulegu samstarfi við erlenda aðila til að skoða eitthvað nánar sífrera hálendis og komst eftir nokkrar þreifingar í samband við Bernd Etmüller prófessor í Osló í Noregi. Kom Bernd í stutta ferð til landsins í nóvember 2002 og fór ásamt höfundum norður í land til að skoða ýmis ummerki, sem höf. taldi

vera eftir fornan sífrera.<sup>2,12-14,27,28</sup> Eftir ferðina undirbjó Bernd nokkur sífreratengd verkefni á Íslandi ásamt norskum doktorsnumum. Sumarið 2003 kom hópur þeirra til landsins og kom síritandi hitanemum fyrir á allmörgum stöðum á hálendinu, hátt í fjöllum á Tröllaskaga, á Miðhálendinu og á Austurlandi. Herman Farbrót vann í sífreramælingum og úrvinnslu úr síritandi hitamælum.<sup>25</sup> Hreyfingar og skriðhraði var mældur á sífreratengdum jarð-



6. mynd. Dreifing urðartunga sem taldar eru vera af sífreratengdum uppruna. - Distribution of debris bodies considered as relict rockglaciers and related sediments. Teikn/Dwg: Ágúst Guðmundsson 2018.



7. mynd. Hitaferlar sýna sífrera í fjórum borholum í nálægt 900m hæð y.s. á Íslandi, við Hágöngur, á Vopnafjarðarfjöllum, á Gagnheiði og við Snæfelli – Temperature profiles of boreholes near 900 m a.s.l. in Iceland. Teikning/Drawing Bernd Etzelmüller 2007.

myndunum og fleiri komu að smærri verkefnum í sífrerarannsóknun næstu ár á eftir.<sup>17,22</sup> Síðsumars 2004 hafði höfundur fengið íslenska borverkta til að bora fjórar holur hátt yfir sjávarmáli og settu Norðmenn niður í þær strengi með þéttum hitanemum og síritandi gagnasöfnunarbúnaði á holutoppum.<sup>25</sup>

Við framangreindar athaganir voru fléttuð saman mæligögn úr borholum, fjölda stakra síritandi hitanema og loftslagsgögn. Á grundvelli þessara gagna voru gerðar frumútgáfur af útbreiðslukortum fyrir sífrera héraendis, bæði með tilliti til loftslags á Litlu-ísöld sem stóð frá fjórtánda öld og fram á þá tuttugustu<sup>21</sup> og einnig út frá upplýsingum um loftslag síðustu áratuga. Sífrerakort fyrir Ísland hafa svo verið unnin áfram og þróast hjá Norðmönnum hin síðari ár.<sup>22–26</sup> Karianne Lilleören birti 2013 grein um útbreiðslu sífrera í fjöllum á Tröllaskaga<sup>23</sup> og 2019 birtu Justina Czerkirda o. fl. yfirlitsgrein um útbreiðslu sífrera á Íslandi þar sem fléttuð var saman fyrirlliggjandi gögnum sem aðallega voru unnin af Norðmönnum.<sup>24</sup> Árið 2020 birtu Bernd Etzelmüller og fl. yfirgripsmikla grein um sífrera og sífreraeinkenni á Íslandi þar sem farið er gróflega yfir líklega hegðun sífrera héraendis frá hámarki síðasta jökulskeiðs til nútíðar.<sup>22</sup>

Í kjölfar vinnu Norðmanna hafa nokkrir hópar erlendra vísindamanna komið að sífrerarannsóknun hin síðari ár. Má þar nefna hóp Spánverja sem hefur rannsakað ítarlega ýmis jökla- og sífreraeinkenni og birt fjölda greina um hegðun sífrera í háfjöllum á Tröllaskaga.<sup>18</sup> Í greinum þeirra er að finna margar „strípunar- aldursgreiningar“ bæði í Skagafjarðarhéraði og í fjöllum á Tröllaskaga.<sup>18,51,52</sup> Þrátt fyrir að þeir beini nær eingöngu sjónum að þróun jökla á Tröllaskaga á nútíma og geri mælingarnar jafnan niðri í skálunum þar sem jöklar lifa lengst, sýna niðurstöður „strípmælinga“ þeirra að jökulyfirborð var komið niður fyrir 600 m hæð y.s. á fjallinu Elliða milli Hjaltadals og Kolbeinsdals fyrir 16-17 þúsund árum. (Miðað við eðliseiginleika jökla hefði sporður slíks jökuls þá legið í utanverðum Kolbeinsdal<sup>27</sup>). Athyglisvert er að eftir fjögurra sumra leit að jökullípudum klöppum eða stórum grettistökm til „strípunarmælinga“ uppi á háfjöllum Tröllaskaga höfðu þeir hvergi fundið slík fyrirbæri.

Auk ofanskráðs hefur Brigitte Van-Vliet-Laone, (ásamt frönskum samstarfsmönnum og doktorsnemum) í meira en aldarfjórðung skoðað jarðsögu ísaldarinnar og sífreramyndana á Íslandi. Meðal athyglisverðra rannsókna hafa þau rakið og kortlagt setlög víða á Norð-Austurlandi og á Suðurlandi, sem hún telur vera jarðveg, myndaðan á síðasta hlýskeiði.<sup>7,55,57</sup>

Brigitte greindi einnig þróun og samsetningu setlaga sem fóru undir vatn í Háslóni við Kárahnjúka<sup>54</sup>. Einnig hefur framangreindur hópur franskra vísindamanna aldursgreint fjölda fjalla og bergmyndana frá síðari hluta ísaldar.<sup>58</sup>

Á suðurhálandinu er víða sífreri í jörðu ofan við 600 m y.s. Berggrunnskort hafði verið gert af sunnanverðum Sprengisandi laust fyrir aldamótin 2000<sup>60</sup>. Árið 2003 var boruð hola í um 880 m hæð y.s. á hálsinum vestan við Hágöngulón og í hana settur við 12 m langur strengur með síritandi hitanemum. Þar kom í ljós 7-10 m þykkt sífreralag sem virðist fremur hafa gefið eftir en styrkst síðastliðna tvo áratugi (óbirt gögn Trond Eiken og Etzelmüller 2020 og 2023). Á árunum 2013–2015 stóð Landsvirkjun fyrir rannsóknun á mögulegri virkjunarleið frá 800 m y.s. í Hágöngulóni og niður undir 600 m y.s. í Kvíslaveitu og nefnist verkefnið Skrokkölduvirkjun. Eftir liðlega 10 km langri mögulegri virkjunarleið voru boraðar um 15 kjarnaborholur og sá greinarhöfundur um jarðfræðilega hlið rannsóknanna. Í nokkrum borholunum komu fram sterkar vísbendingar um sífrerabelti skammt undir yfirborði. Þar er frosna efnid tildölulega vatnspétt en þegar boruð var niður úr því hrundi vatnsborð í borholunum niður á tuga metra dýpi (eins og kemur fram í rannsóknaskýrslum Jarðfræðistofunnar ehf. fyrir Landsvirkjun<sup>59</sup>).



8. mynd. Rústalandslag skammt vestan við Ánavatn á Jökuldalsheiði. Gráu bungurnar innihalda ískjarna og síðsumars eru gjarnan um 0,4-0,6 m niður á innri ís þeirra. – Palsas near Ánavatn on Jökuldalsheiði. The grey bumps contain perennial ice at some 0.4-0.6m depth. Ljósmynd./Photo: Ágúst Guðmundsson 2021.

## HÖRFANDI SÍFRERI Á HÁLENDINU

Sífreri á Íslandi er líklega af tvennum eða þrennum toga. Í fyrsta lagi er grunnur sífreri sem myndaðist víða á hálendinu á Litlu-ísöld, (kuldaskiði sem stóð í 5-6 hundruð ár frá fjórtánda öld til fyrri hluta tuttugustu aldar).<sup>21,23,25</sup> Þessi sífreri er viðkvæmur gagnvart loftslagshlýnun og virðist vera á hröðu undanhaldi eftir aldarlangt hlýindaskiði. Í öðru lagi er sífreri hærra í fjöllum sem tók að myndast fyrir 5-6 þúsund árum og virðast margir núverandi virkir urðarjökklar á Tröllaskaga hafa byrjað að myndast á þeim tíma.<sup>17,18,51</sup> Í þriðja lagi eru ef til vill til leifar af sífreramyndunum frá síðari hluta síðasta jökulskeiðs því sífreri getur lifað af mörg þúsund ár í þykkum sífreramynduðum jarðlögum, einkum í þeim er snúa móti norðri.<sup>27</sup>

## Rústalandslag

Hálendismýrar með rústalandslagi (e. palsas) eru nokkuð útbreiddar í lægðum og á flatlendi á hálendi Íslands.<sup>42-46,48,49</sup> Rústir koma helst fyrir í dældum og á flötu landi þar sem vatn liggur í jarðvegi. Þar sem innri ís byggist upp í þeim hvelfast gjarnan upp lágreistar bungur, gróðurshaukar en næsta nágrenni (mynd 8). Þegar ísinn bráðnar falla bungurnar saman og mynda yfirleitt vatnsaugu en geta einnig myndað kringlóttu grunna bolla þar sem þurrara er innan rústasvæðanna.

## Frerakúpur

Önnur sífrerayfirbærri náskyld rústum, en almennt heldur stærri, eru lágar kúpur með ískjarna sem myndast geta við sífrera í finefnaríkum vatnsdrægum setlögum sem yfirleitt eru án gróðurþekju.<sup>56,61-63</sup> Hérlandis eru svona kúpur oft um 10-20 m í þvermál en margar eru aflangar og þá stundum tvisvar til þrisvar sinnum lengri en breiddin. Þær sem ekki hafa fallið saman (svo sem á Vatnsleysuöldum austan Köldukvíslar sunnan við Hágöngur) eru víðast 2-5 m háar og hef ég kosið að nefna þær frerakúpur (e. lithalsas). Frerakúpur virðast gjarnan myndast við heldur lægri hita en frerarústir<sup>56,62-64</sup> og hérlandis liggja þær jafnan hærra í landinu en frerarústirnar. Samkvæmt Pissart<sup>61,62</sup> hefur „lithals“ aðeins verið lýst á gróðurlitlum eða gróðurlausum svæðum í Kanada og Skandinavíu.

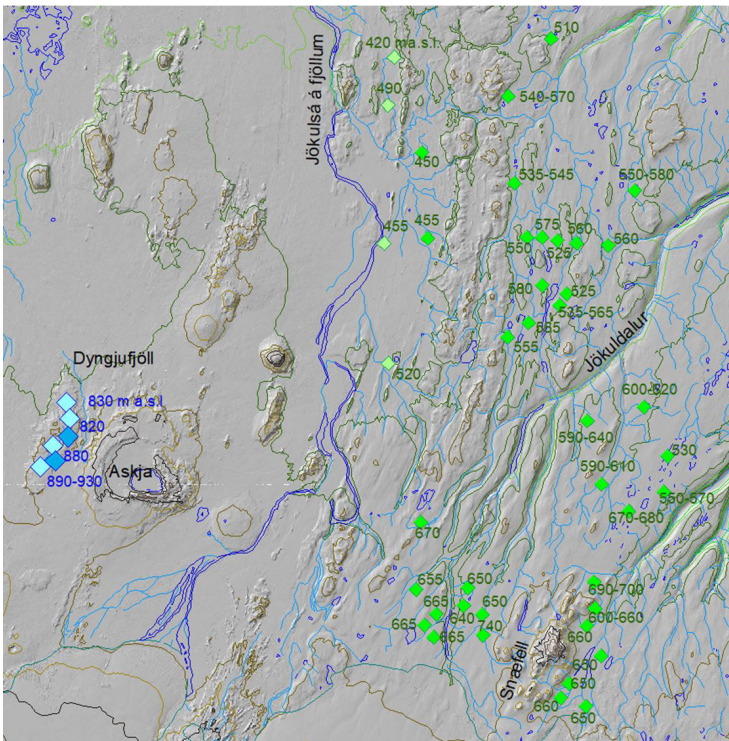
Í Kanada hefur verið lýst miklu stærri frerakúpum en í Skandinavíu og á Íslandi, 4-8 m háum. Þær eru tugir metra að þvermáli og oft mun meiri á lengdina.<sup>63</sup> Við frost-þíðu áhrif í kalli kúpanna verður aðgreining (e. sorting) í efninu næst yfirborði. Grófara efnid færast smátt og smátt frá kollinum út á vanga kúpunnar. Þegar ískjarni þeirra bráðnar standa eftir grjótríkari kragar umhverfis samfallinn bolla þar sem ísinn var fyrrum mestur (mynd 10).

Á Dyngjufjöllum-Ytri eru bollar sem hafa skýr einkenni samfallinna frerakúpa (mynd 11). Nærri vesturjaðri

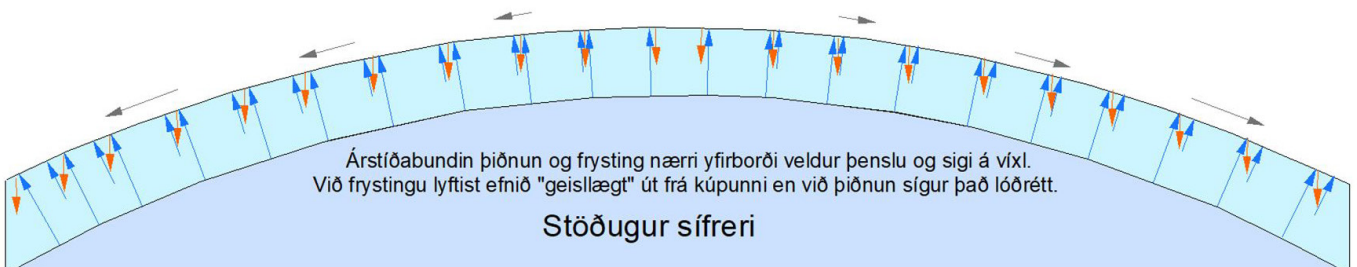
Dyngjufjalla-Ytri er landið hærra og þar virðast vera lítt samfallnar kúpur eða litlir bollar í yfirborð þeirra. Áður hefur verið ritað um bollana á Dyngjufjöllum og myndun þeirra túlkuð sem sprengigígur vegna fyrrum undirliggjandi jarðhita.<sup>65</sup> Hér er kynnt önnur tilgáta til myndunar bollanna. Jarðmyndanir af þessu tagi eru vel þekktar þeim er lagt hafa stund á sífrerarannsóknir.<sup>56,62-64</sup>

## HÖRFANDI SÍFRERI Í FJÖLLUM OG RÖSKUN STÖÐUGLEIKA

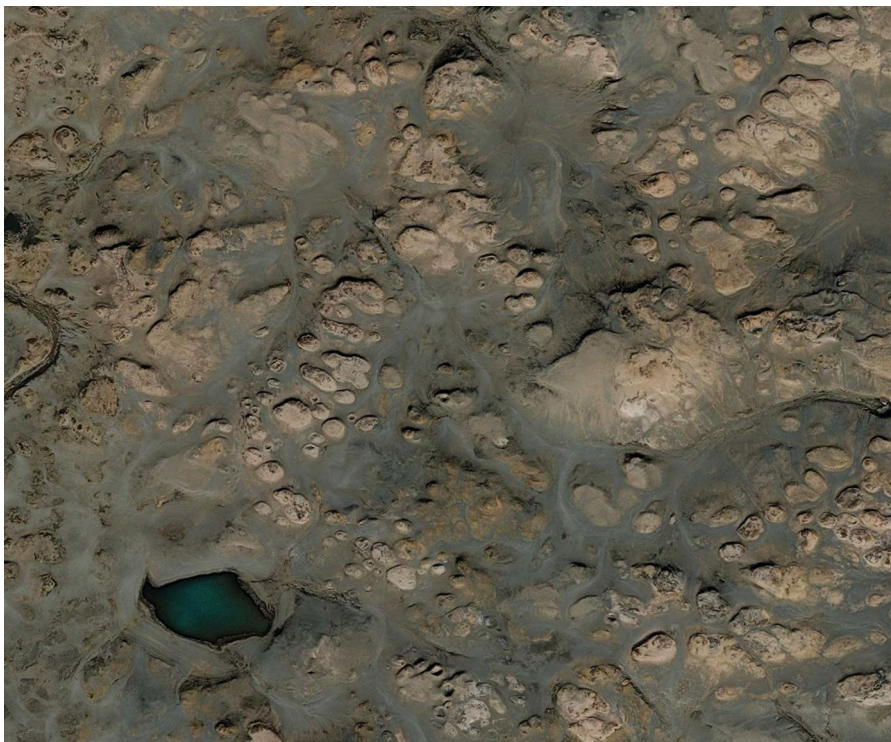
Undanfarin ár og áratugi hafa nokkrar skriður fallið úr bröttum fjallshlíðum á Íslandi. Komið hefur í ljós að upptök þeirra eru í sumum tilfellum í frosnum urðarhaugum. Eitt augljósasta dæmið af þessu tagi var skriða úr Móafellshyrnu í Fljótum haustið 2012 þar sem samanfrosinn klumpur á stærð við hús flaut í aur niður bratta hlíð. Svo virtist sem frosinn urðarhaugur uppi á hjalla ofan klettabelta hefði misst botnfestu við bráðnun og snarast fram. Meginhlutinn stöðvaðist þó á brún klettahjallans en glíðnaði sundur í fjölmarga samanfrosna stapa með skorum á milli. Vedurstofan birta greinargerð um þennan atburð.<sup>66-68</sup> Næsta sumar höfðu staparnir bráðnað og brúnin jafnast út. Hliðstæðir atburðir hafa á síðasta áratug orðið norður í Trékyllisvík, tvisvar í innanverðum Eyja-firði, í Öskju og víðar.<sup>68</sup>



9. mynd Helstu rústasvæði á norðaustur-hálendi landsins eins og þau verða lesin af loftmyndum á vef Loftmynda ehf. Dökkgrænir tíglar tákna mýrar með blöndu af virkum og hörfandi rústum (palsas) og ljósgrænir tíglar tákna samfallnar fullbráðnaðar rústir. Tölurnar sýna hæð þeirra yfir sjávarmáli. Bláu tíglarnir í Dyngjufjöllum ytri tákna frerabungur í gróðurlausum setlögum (lithalsas), dökkbláir tíglar hafa líklega innri ískjarna en ljósbláir tíglar eru samfallnir bráðnaðir bollar. (Tölur á myndinni vísa til hæðar yfir sjávarmáli). – Green rhombuses express palsa areas in NE-Iceland and figures indicate their altitudes. Blue rhombuses indicate lithalsas areas west from Askja. Ágúst Guðmundsson 2022.



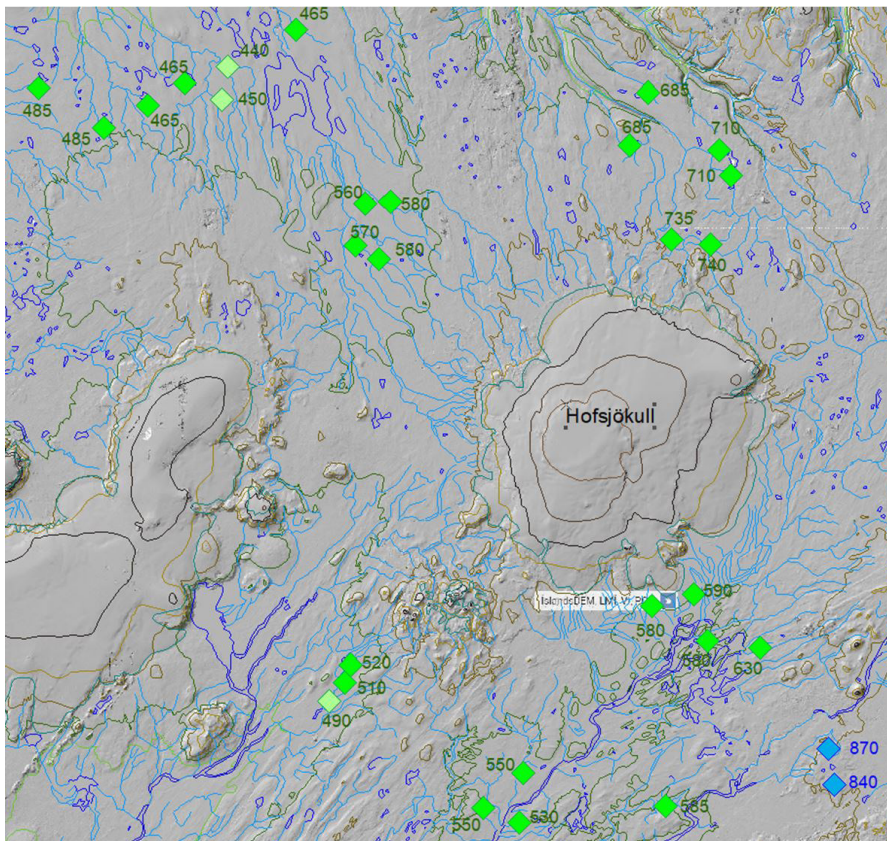
10. mynd. Frerakúpur á Vatnsleysuöldum austan Köldukvíslar, Kerlingar í fjarska. Skýringamynd sýnir hvernig efnisflutningar verða frá kolti frerakúpa (og einnig rústa) við frost- þiðuáhrif í virka laginu. – Lithalsas on Vatnsleysuöldur south from Hágöngur and east from Kaldakvísl. Teikning og Ljós./Photo: Ágúst Guðmundsson 2022.



11. mynd. Frerakúpur (e. lithalsas) ýmist uppþólgnar með ískjarna eða að hálfu samfallnar vegna bráðnunar í gjóskurikum yfirborðssetlögum á Vatnsleysuöldum austan Köldukvíslar (um 10 km suður frá Syðri-Hágöngu). Á Hágönguhálsi (í sem næst sömu hæð yfir sjó) er borhola með síritandi hitanemum og sýna niðurstöður mælinga tveggja áratuga að sífrerinn þar er á undanhaldi. – Lithalsas on the top of Vatnsleysuöldur south from Hágöngur end east of Kaldakvísl. Ljósmynd/Photo Google Earth).



12. mynd. Samfallnar „rústir“ eftir þiðnaðar frerakúpur í gjóskurikum yfirborðssetlögum á Dyngjufjöllum-Ytri. – Pits formed by melting lithalsas on the top of Dyngjufjöll-Ytri. Ljós./Photo: Ágúst Guðmundsson 2021.



13. mynd. Helstu frerabungnasvæði á miðhálandinu eins og þau verða lesin af loftmyndum á vef Loftmynda ehf. Neðst í hægra horni eru frerakúpur á Vatnsleysufjöllum. (Sömu skýringar og við mynd 19. Grænir tíglar sýna rústasvæði og bláir tíglar frerakúpur. Tölur sýna hæð yfir sjávarmáli). – Areas where Palsas and Lithalsas are detected on aerial photos in central Iceland. Figures express their altitude in m a.s.l. (Green palsas, blue lithalsas). Teikning/Drawing Ágúst Guðmundsson 2022.

### Adstæður í Seyðisfirði

Í Strandartindi í Bjólfi við Seyðisfjörð eru sambærilegar adstæður og lýst var að framan í Móafellshyrnu í Fljótum. Eftir mikla úrkomu og skriðuföll á Austurlandi haustið 2002 kom greinarhöfundur að könnun á jarðlögum í Seyðisfirði er tengja mætti ofanflóðahættu.<sup>69</sup> Hér á eftir verður nánar fjallað um adstæður í Strandartindi og einnig minnst á Bjólf.

Blágrýtslög efst í Austfjarðafjöllum (efstu 200-300m) hafa verið kortlögð<sup>70-72</sup> og reynast þau að mestu án útfellinga (holufyllinga). Athuganir höfundar á berggrunni Austfjarða vegna undirbúnings jarðgangagerðar, sýna ótvírætt að framangreind berglög eru yfirleitt hriplek (óbirt efni og skýrslur til Vegagerðarinnar). Við ákomu regns og bráðnandi snævar hripar vatnið sem næst lóðrétt niður í bergið uns það lendir á „þéttari“ jarðlagaskilum, til dæmis við þétt setbergslög. Við slíka fyrirstöðu leitar vatnið auðveldustu leiðina til hliðar og myndar þá gjarnan smálindir og jarðraka þar sem skilin koma fram í hliðum. Sama á sér stað þegar hripani jarðvatn mætir bergi sem þéttst hefur vegna aukinnar ummyndunar og innri útfellinga (holufyllinga). Í hliðum fjalla

má víða sjá hvernig gróður (áberandi er t.d. mosi) teygist niður frá ákveðnum þéttum jarðlögum sem veita grunnvatni fram úr fjallinu til yfirborðs. Stundum veita slík jarðvatnsskil möguleika á að rekja jarðlög um langan veg.

Þar sem jarðvatn kemur fram úr einstökum sprungum við jarðvatnsborð í fjallshliðum, geta með tímanum myndast víkkandi gil og síðan skálar sem urðarjökla og smájökla setjast gjarnan í. En ef vatnið kemur fram á löngum láréttum eða hallalitlum fleti í hlið fer frostið að „naga“ og plokka fram steinefni á þeim fleti. Við það myndast gjarnan hjalli í hliðina, klæddur samfrosnum aur og grjóti. Samfrosna lausveðraða efnið kallast urðarjökull (e. rockglacier). Á mynd 15 er teikning af hugmyndum höfundar um það ferli er myndar urðarjökulinn í Strandartindi og byggja þær hugmyndir á athugunum höfundar á niðurbroti basaltstaflans á Nordurlandi (Tröllaskaga) og Vestfjörðum, (óbirt gögn).

Hérlendis hafa stórar aurskriður fallið öðru hvoru úr frosnum urðum og urðartungum í fjallahliðum. Á undanföllum árum hafa æ fleiri tilgátur verið settar fram í ræðu og riti um að aukin tíðni skriðufalla standi í samhengi við hlýnun

loftslags og hörfun sífrera. Allar adstæður eru til staðar í Strandartindi og Bjólfi fyrir upptök slíkra stórskriða og í Bjólfi eru adstæður þannig að mjög stórar skriður gætu hlaupið úr fjallinu úr um 600m hæð y.s. Urðin í tungunum á myndum 16 og 17 er á hreyfingu og sama er að segja um urðarhjalla með þynnri og minni urð er liggur frá efri hluta urðarjökulsins í Strandartindi til austurs.

### Skriðuhlaup í Hítardal

Þann 7. júlí 2018 varð mikið skriðuhlaup í Hítardal. Ummerki sýna að efnið sem hljóp fram hafi verið bergmylsna sem áður lá eins og límd utan í hlið Fagrasgógarfjalls, skammt innan við Grettisbæli. Vera má að fáeinir rúmmetrar hafi hrunið úr bergi efst í skriðusárinu. Hlaupið varð samfara miklum rigningum á svæðinu og var skriðan sem slíkt vatnssósa aurlaup. Berggrunnurinn í bakvegg skriðusársins er með stórgerðar, sérkennilegar skriðrákir (e. slickensides) og er skriðuhlaupið allt hið athyglisverðasta (myndir 18 og 19).

Athyglisvert er að þegar starfsfólk Væðurstofunnar tók myndir af fjallinu með „hitamyndavél“ skömmu eftir framhlaupið, sést ljóslitaðri tunga frá brúnni niður í skriðusárið og skriðuefnið

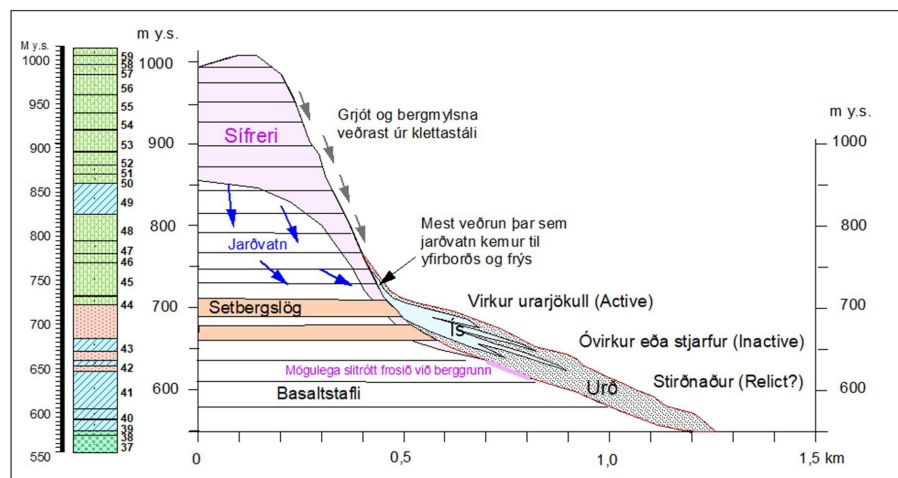




14. mynd. Móafellshyrna í Fljótum sumarið 2014. „Staparnir“ á brún hjallans hafa bráðnað. – Móafellshyrna in Fljót in the summer 2014 when all frozen debris had melted. Ljósmynd/Photo: Ágúst Guðmundsson 2014.

(sjá mynd 20 frá Tómasi Jóhannessyni Væðurstofunni). Leiða má líkur að þarna sé svalari tunga sem hafi verið frosin eða við frostmark þegar hrúnið varð. Þegar grafið var í sífrerajardlög nærri Kárahnjúkum nærri síðustu aldamótum, mældi höfundur hitastig þeirra á yfirborði jafnan +1-2 °C þrátt fyrir að jarðlagið væri beingaddað og mælt samhliða skrapi graftólanna. Sé reynslan frá Kárahnjúkum yfirferð á skriðusárið í Hítardal má ætla að á fáeinum mínútum, hvað þá klukkustundum eftir að skriðan féll, hafi yfirborðshitinn í skriðusárinu og hrunefninu hækkad snögg um einhverjar gráður. Varmi sem myndast við núning innan fallandi skriðuefnisins leiðir til hitamyndunar og getur sá varmi valdið því að samfrosin bergmylsna breytist í blautan aur.

Þau frerafyrirbæri sem að framan hefur verið lýst, finnast í fjalllendi á allmörgum stöðum ofan við þéttbýlisstaði á Íslandi. Samhliða innri bráðnun eða mikilli úrkomutíð geta urdartungurnar orðið óstöðugar og sent niður skriður með litlum fyrirvara. Má þar t.d. nefna Seyðisfjörð, Ísafjörð, Bolungavík og Siglufjörð.



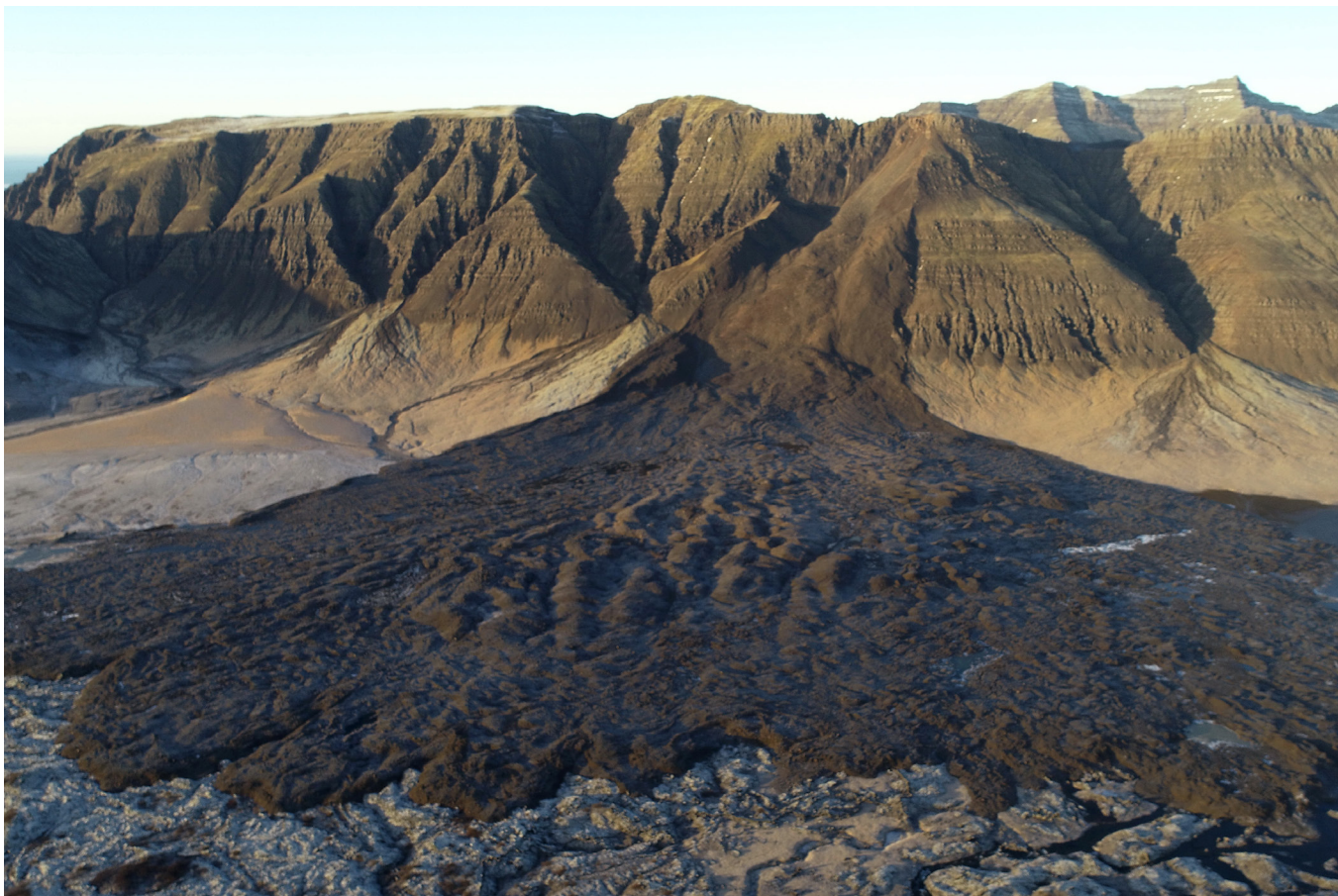
15. mynd. Jarðlagasnið Strandartindar í Seyðisfirði þar sem dregin eru fram einkenni urðarjökulsins á mynd 16. Jarðlagasniðið til hægri er stílfært. - Schematic section and geological profile at Strandartindur in Seyðisfjörður. Groundwater percolating through the highly permeable topmost part of the mountain enter the surface at some 700m a.s.l., probably a driving force for the formation of rockglacier. Teikning/drawing: Ágúst Guðmundsson 2021.



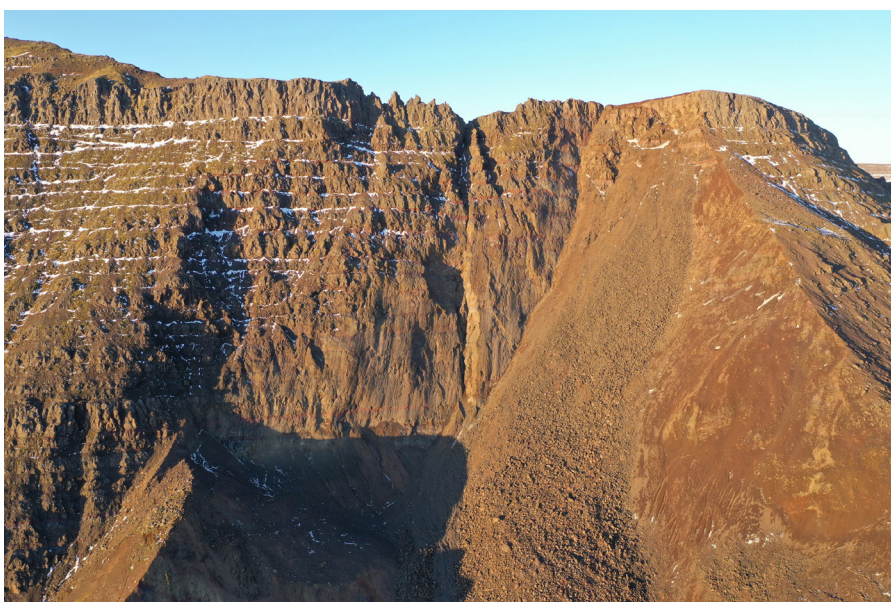
16. mynd. Í Strandartindi í Seyðisfirði er frosinn urðarjökul undir háu klettunum fyrir miðju myndar. Hæg hreyfing á urðinni nægir til þess að umtalsverðar aurskriður hafa, í stórrígingum á nokkurra áratuga fresti, farið niður hliðar Strandartinds og sumar valdið mannskaða svo sem um miðja síðustu öld. Með hlýnandi loftslagi virðast skapast skilyrði fyrir hættu á framhlaupum, hliðstæðum því framhlaupi sem varð á urð í Móafellshyrnu í Fljótum 2012. – Strandartindur in Seyðisfjörður with active rockglacier in the center. Ljósmynd. / Photo: Ágúst Guðmundsson 2021.



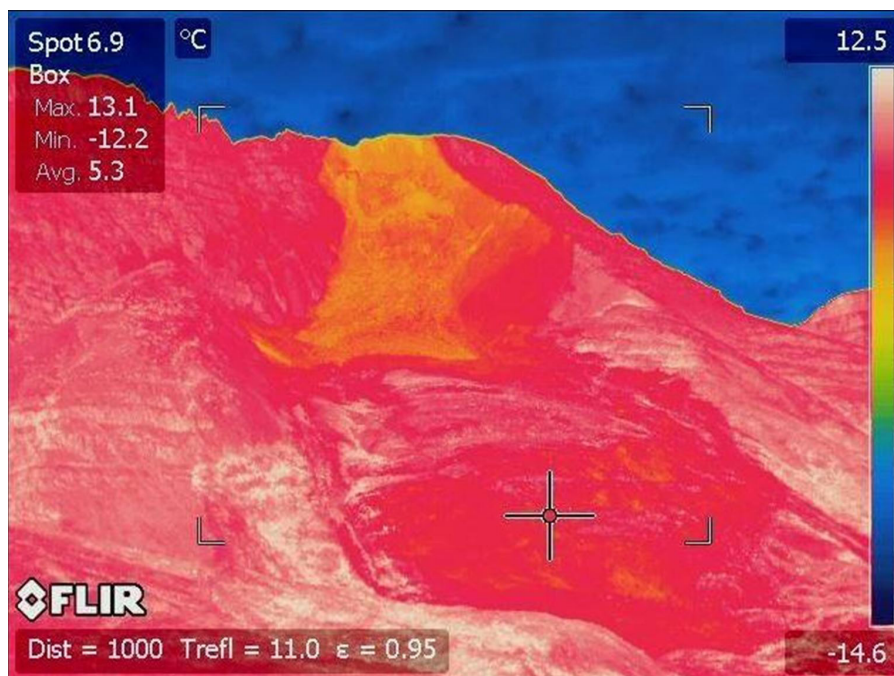
17. mynd. Undir háfjalli Bjólfs í Seyðisfirði eru augljós merki um að talsvert skrið hafi verið á urðartungunum en líklega er hraði skriðsins lotubundinn. Slakkar og lægðir í urðinni ásamt samsettum skriðspildum benda til bráðnunar á innri ís. – Bjólfur in Seyðisfjörður with creeping rockglacier body. Ljósmynd. / Photo: Ágúst Guðmundsson 2015.



18. mynd. Yfirlit yfir vesturhlíð Hítardals þar sem skriða féll 7. júlí 2018. Myndin er tekin síðla hausts á sama ári. – Large landslide occurred in Hítardalur in July 2018 but the photo is from late autumn same year. Ljósmynd./Photo: Ágúst Guðmundsson November 2018.



19. mynd. Uptakasvæði skriðunnar sem hljóp í Hítardal 7. júlí 2018. Myndin er tekin í nóvember á sama ári. – The upper part of the landslide in Hítardalur 2018 with its peculiar vertically striated backwall. Ljósmynd./Photo: Ágúst Guðmundsson November 2018.



20. mynd. Hitamynd frá Veðurstofu Íslands. Rofsárið og skriðuefni í Hítardal nokkrum klukkustundum eftir framhlaupið 2018. Ljósari gulbrúnn litur sýnir svalara svæði en annarsstaðar á hlaupsvæðinu. – Thermal image of the landslide in Hítardalur several hours after the event. The orange colour in the upper part indicates „cooler“ area (indicating permafrost) at the top of the mountain. Ljósni./Photo: Veðurstofa Íslands July 2018.

## ENGLISH SUMMARY

### *Permafrost in Iceland*

The author summarizes his work on permafrost in Iceland which spans more than half a century. A major conclusion of this article is that during the LGM the ice-sheet on Iceland was rather restricted giving ample opportunities for permafrost in the mountainous areas to leave its mark on the landscape. Among the most prominent of these landforms are cirques, many of which have been occupied and eroded by permafrost and rock glaciers for a long time. The distribution of numerous permafrost features

all over Iceland is presented. Most are to be found in areas of alpine landscapes like in the Vestfirðir of northwest Iceland, the Tröllaskagi massif in central northern Iceland and in the Austfirðir mountains, East Iceland. Investigations of the different activity state of rock glaciers (active, inactive and relict) include altitude/distance from the ocean and aspect as a function of altitude. Observations have also been made on the sediment content of the rock glaciers, especially the relict ones (due to accessibility). The author presents results of research in this field in cooperation

with Norwegian and French scientists. A special field of interest has been mapping the debris covered mountain sides where there is an increased risk of these features collapsing when permafrost recedes as a result of global warming. Tundra like permafrost is widespread in the central plateau of Iceland above c. 600 m a.s.l. exhibiting typical landforms like palsas and lithalsas. The existence and activity of these landforms may most likely be connected to reduced temperatures during the Little Ice Age. At present these features generally show clear signs of degeneration.



Urðarjökklar og urðarjöklastet undir Skessuhorni í norðanverðri Skarðsheiði 2022 – Active- and relict Rockglaciers at the base of Skessuhorn on the north side of Skarðsheiði (Borgarfjörður). Ljósni./Photo: Ágúst Guðmundsson 2022.

## HEIMILDIR

1. Þorleifur Einarsson 1968. Jarðfræði. Saga bergs og lands. Mál og menning, Reykjavík. 335 bls.
2. Ágúst Guðmundsson 1992. Rock glaciers in Iceland and morphological comparison with phenomena traditionally classified as landslides - Poster. Vetrarmót norrænna jarðfræðinga Reykjavík, 7-10 janúar 1992.
3. Þorleifur Einarsson & Kristinn Albertsson 1988. The glacial history of Iceland during the past three million years. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 318. 637–644.
4. Áslaug Geirsdóttir & Jón Eiríksson 1994. A review of studies of the earliest glaciations in Iceland. Terra Nova 8. 400–414
5. Áslaug Geirsdóttir, Miller, G.H. & Andrews J.T. 2007. Glacial erosion and landscape evolution of Iceland. Journal of Geodynamics 43. 170–186.
6. Jón Eiríksson 2008. Glaciation events in the Pliocene-Pleistocene volcanic succession of Iceland. Jökull 58. 315–329.
7. Van Vliet-Lanoë, B., van Cauwenberge, A.-S., Bourgeois, O., Dauteuil, O. & Schneider, J.-L. 2001. A candidate for the last interglacial record in northern Iceland: The Sydra formation. Stratigraphy and sedimentology. Earth and Planetary Science 332. 577–584.
8. Hreggviður Norðdahl, Ólafur Ingólfsson & Halldór Pétursson 2012. Ísaldarlok á Íslandi. Náttúrufræðingurinn 81(1–4). 73–86.
9. Hreggviður Norðdahl & Halldór G. Pétursson 2005. Relative sea-level changes in Iceland: New aspects of the Weichselian deglaciation of Iceland. Bls. 25–78 í: Iceland – Modern Processes and Past Environments (ritstj. C. Caseldyne, A. Russel, Jórunn Harðardóttir & Óskar Knudsen). Elsevier, Amsterdam.
10. Halldór Pétursson, Hreggviður Nordahl & Ólafur Ingólfsson 2015. Late Weichselian history of relative sea level changes in Iceland during collapses and subsequent retreatment of marine based ice sheet. Cuadernos de Investigación Geografica 41(2). 261–277.
11. Ólafur Ingólfsson, Hreggviður Norðdahl & Schomacker, A. 2010. Deglaciation and Holocene glacial history of Iceland. Development in Quaternary Sciences 13. 51–68.
12. Wahrhaftig, C. & Cox, A. 1959. Rock glaciers in the Alaska Range. *Bulletin of the Geological Society of America* 70. 383–436.
13. Giardino, J.R., Shroder, J.F. & Vitek, J.D. 1987. Rock Glaciers. Allen and Unwin, Boston. 335 bls.
14. Barsch, D. 1996. Rockglaciers: Indicators for the present and former geoecology in high mountain environments. Springer, Heidelberg. 331 bls.
15. Berthling, I. 2011. Beyond confusion: Rock glaciers as cryo-conditioned landforms. *Geomorphology* 131(3–4). 98–101.
16. Eyles, N. 1978. Rock glaciers in Esufjöll nunatak area South-East Iceland. *Jökull* 28. 53–56.
17. Wangenstein, B., Ágúst Guðmundsson, Eiken, T., Kääh, A., Farbrot, H. & Etmüller, B. 2006. Surface displacements and surface age estimates for creeping slope landforms in northern and eastern Iceland using digital photogrammetry. *Geomorphology* 80(1–2). 59–79.
18. Fernández-Fernández, J.M., Palacios, D., Andrés, N., Schimmelpfennig, I., Tanarro, L.M., Skafti Brynjólfsson, Lópes-Acevedo, F.J., Þorsteinn Sæmundsson & A.S.T.E.R. 2020. Constraints on the timing of debris-covered and rock glaciers: An exploratory case study in the Hólar area, northern Iceland. *Geomorphology* 361(2). 1–22.
19. Whalley, W.B. & Martin, H.E. 1994. Rock glaciers in Tröllaskagi: Their origin and climatic significance. Bls. 289–308 í: Environmental change in Iceland (ritstj. J. Stötter & F. Wilhelm). Institut für Geographie der Universität München.
20. Whalley, W.B., Palmer, C.F., Hamilton, S.J. & Martin, H.E. 1995. An assessment of rock glacier sliding using seventeen years of velocity data: Nautárdalur rock glacier, North Iceland. *Arctic and Alpine Research* 27(4). 345–351.
21. Etmüller, B., Farbrot, H., Ágúst Guðmundsson, Humlum, O., Tveito, O.E. & Helgi Björnsson 2007. The regional distribution of mountain permafrost in Iceland. *Permafrost and Periglacial Processes* 18(2). 185–199.
22. Etmüller, B., Patton, H., Schomacker, A., Czerkirda, J., Girod, L., Hubbard, A., Lilleøren, K.S. & Westermann, S. 2020. Icelandic permafrost dynamics since the last glacial maximum – model results and geomorphological implications. *Quaternary Science Reviews* 233. 106236, P. 1-15.
23. Lilleøren, K.S., Etmüller, B., Gärtner-Roer, I., Kääh, A., Westermann, S. & Ágúst Guðmundsson 2013. The distribution, thermal characteristics and dynamics of permafrost in Tröllaskagi, northern Iceland, as inferred from distribution of rock glaciers and ice-cored moraines. *Permafrost and Periglacial Processes* 24. 322–335.
24. Czerkirda, J., Westermann, S., Etmüller, B. & Tómas Jóhannesson 2019. Transient modelling of permafrost distribution in Iceland. *Frontiers in Earth Science* 7. 130, P 1-23.
25. Farbrot, H., Etmüller, B., Ágúst Guðmundsson, Humlum, O., Kellerer-Pirklbauer, A., Eiken, T. & Wangenstein, B. 2007. Rock glaciers and permafrost in Tröllaskagi, northern Iceland. *Zeitschrift für Geomorphologie. Suppl.* 51. 1–16.
26. Hjalti J. Guðmundsson 1997. A review of the Holocene environmental history of Iceland. *Quaternary Science Reviews* Vol. 16(1). P. 81–92.
27. Ágúst Guðmundsson 2000. Frerajöll og urðarbingir á Tröllaskaga. Meistaraprófsritgerð við Raunvísindadeild Háskóla Íslands. 322 bls.
28. Ágúst Guðmundsson 1995. Berghlaup eða urðarjökla? *Náttúrufræðingurinn* 64(3). 177–186.
29. Ágúst Guðmundsson 1996. Eyjar í jökulhafi. Smjörfjallgarður. Jökulvana landsvæði á síðasta jökulskeiði í fjallgarðinum á milli Vopnafjarðar og Héraðs. Múlaþing 1996. 42–63.
30. Ágúst Guðmundsson 2010. Rock glaciers and relict bodies in Central North Iceland. Iceland in the Central Northern Atlantic: Hotspot, sea currents and climate change, May 2010. Plouzané France. <hal-00480743>.
31. Humlum, O. 1982. Rock glaciers types on Disko, Central West Greenland. *Geografisk Tidsskrift* 82. 59–66.
32. Humlum, O. 1996. Origin of rockglaciers: Observations from Mellemfjord, Disko Island, Central West Greenland. *Permafrost and Periglacial Processes* 7. 361–380.
33. Humlum, O. 1998. The climatic significance of rockglaciers. *Permafrost and Periglacial Processes* 9. 375–395.
34. Sigurður Þórarinnsson 1937. The main geological and topographical features of Iceland. *Geografiska Annaler*. 161–175.
35. Guttormur Sigbjarnarson 1983. The Quaternary alpine glaciation and marine erosion in Iceland. *Jökull* 33. 87–98.
36. Guttormur Sigbjarnarson 1982. Alpajökla og öldubrjótur. Bls. 79–89 í: Eldur er í Norðri. Afmælisrit helgað Sigurði Þórarinnssyni sjötugum 8. janúar 1982. Sögufélag, Reykjavík.
37. Rundgren, M. & Ólafur Ingólfsson 1999. Plant survival in Iceland during periods of glaciation? *Journal of Biogeography* 26(2). 387–396.
38. Bourgeois, O., Dauteuil, O. & Van Vliet-Lanoë, B. 1998. Pleistocene subglacial volcanism in Iceland: Tectonic implications. *Earth and Planetary Science Letters* 164(1–2). 165–178.
39. Porter, S.C. 1989. Some geological implications of average Quaternary glacial conditions. *Quaternary Research* 32(3). 245–261.
40. Harris, C., Arenson, L.U., Christiansen, H.H., Etmüller, B., Frauenfelder, R., Gruber, S., Haeblerli, W., Hauck, C., Hölzle, M., Humlum, O., Isaksen, K., Kääh, A., Kern-Lütschq, M.A., Lehning, M., Matsuoka, N., Murton, J.B., Nötzli, J., Phillips, M., Ross, N., Seppälä, M., Springman, S.M. & Mühli, D.V. 2009. Permafrost and climate in Europe: Monitoring and modelling thermal, geomorphological and geotechnical responses. *Earth-Science Reviews* 92(3–4). 117–171.
41. Ingibjörg Kaldal & Skúli Víkingsson. 1990. Early Holocene deglaciation in Central Iceland. *Jökull* 40. 51–66.
42. Björn Bergmann 1973. Um rústir á húnvetnskum heiðum. *Náttúrufræðingurinn* 42. 190–198.
43. Hörður Kristinnsson & Ragnhildur Sigurðardóttir 2002. Freðmýrarústir á áhrifasvæði Norðlingaveitu. Breytingar á 30 ára tímabili. Skýrsla uninn fyrir Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun (NÍ-022002), Reykjavík. 26 bls.
44. Bergþór Jóhannsson, Hörður Kristinnsson og Jóhann Pálsson 1974. Skýrsla um grasafreðirannsóknir í Þjórsárverum 1972. Unnið á Náttúrufræðistofnun Íslands fyrir Orkustofnun. Orkustofnun (OS-ROD 7415), Reykjavík. 153 bls.
45. Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1988. Þjórsárver. Vörður á vegi. Árbók Ferðafélags Íslands 1988, bls. 83–115.
46. Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2002. Þjórsárver. *Jökull* 51. 95–96.
47. Hirakawa, K. 1986. Development of palsa bog in central highland, Iceland. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University* 21. 111–122.
48. Þorsteinn Sæmundsson, Ólafur Arnalds, Kneisel, C., Helgi Páll Jónsson & Decaulne, A. 2012. The Orravatnstrustir palsa site in Central Iceland—Palsas in an aeolian sedimentation environment. *Geomorphology* 167–168. 13–20.
49. Hjörleifur Guttormsson 1987. Norð-Austurland – hálendi og eyðibygðir. Árbók Ferðafélags Íslands, Reykjavík. 218 bls.

50. Haeberli, W. 1985. Creep of mountain permafrost: Internal structure and flow of alpine rock glaciers. *Mitteilungen Der Versuchsanstalts für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie* 77. Zürich. 142 bls.
51. Tanarro, L.M., Palacios, D., Andrés, N., Fernández-Fernández, J.M., Zamorano, J.J., Þorsteinn Sæmundsson & Skafti Brynjólfsson 2019. Unchanged surface morphology in debris-covered glaciers and rock glaciers in Tröllaskagi peninsula (northern Iceland). *Science of the Total Environment* 648. 218–235.
52. Tanarro, L.M., Palacios, D., Fernández-Fernández, J.M., Andrés, N., Oliva, M., Rodríguez-Mena, M., Schimmelpfennig, I., Skafti Brynjólfsson, Þorsteinn Sæmundsson, Zamorano, J.J., Úbeda, J. & A.S.T.E.R. 2021. Origins of the divergent evolution of mountain glaciers during deglaciation: Hofsdalur cirques, northern Iceland. *Quaternary Science Reviews* 273. P 1–27.
53. Bourgeois, O., Dauteuil, O. & Van Vliet-Lanoë, B. 2000. Geothermal control on flow patterns in the last glacial maximum ice sheet of Iceland. *Earth Surface Processes and Landforms* 25. 59–76.
54. Van Vliet-Lanoë, B., Ágúst Guðmundsson, Guillou H., Guégan, S., van Loon, T., de Vleeschouwer, F. 2010. Glacial termination II and I as recorded in NE Iceland. *Geologos* 16(4). 201–222.
55. Van Vliet-Lanoë, B., Schneider, J.-L., Ágúst Guðmundsson, Guillou, H., Nomande, S., Chazot, G., Liorzou, C. & Guégan, S. 2018. Eemian estuarine record forced by glacio-isostasy (southern Iceland)—link with Greenland and deep sea records. *Canadian Journal of Earth Sciences* 55(2). 154–171.
56. Van Vliet-Lanoë, B. & Ágúst Guðmundsson 2020. Permafrost and climate change in Iceland. *Géosciences Ocean; UMR 6538 Brest University CNRS Plouzané France*.
57. Van Vliet-Lanoë, B., Bergerat, F., Allemand, P., Innocent, C., Guillou, H., Cavailles, T., Ágúst Guðmundsson, Chazot, G., Schneider, J.-L. Grandjean, P., Liorzou, C. & Passot, P. 2019. Tectonism and volcanism enhanced by deglaciation events in southern Iceland. *Quaternary Research* 94. 94–120.
58. Guillou, H., Van Vliet-Lanoë, B., Ágúst Guðmundsson & Nomade, S. 2010. New unspiked K-Ar ages of Quaternary sub-glacial and sub-aerial volcanic activity in Iceland. *Quaternary Geochronology* 5(1). 10–19.
59. Ágúst Guðmundsson & Ward, T. 2017. Skrokkalda hydroelectric project: Ground investigation report 2011–2016. Unnið fyrir Landsvirkjun. Jarðfræðistofan, Hafnarfirði. 52 bls.
60. Elsa G. Vilmundardóttir, Snorri P. Snorrason & Guðrún Larsen 1999. Geological map (Bedrock) Nyrðri-Háganga 1914 II, 1:50.000. Landmælingar Íslands, Orkustofnun & Landsvirkjun, Reykjavík.
61. Pissart, A. 2002. Palsas, lithalsas and remnants of these periglacial mounds. A progress report. *Progress in Physical Geography*. 26(4). 605–621.
62. Pissart, A. 2013. Palsas and lithalsas. Bls. 223–237 í: *Glacial and Periglacial Geomorphology*. Treatise on Geomorphology 8 (ritstj. R. Giardino & J. Harbor) Elsevier, Amsterdam.
63. Wolfe, S.A., Stevens, C.W., Gaanderse, A.J. & Oldenborger G.A. 2014. Lithalsa distribution, morphology and landscape associations in the Great Slave Lowland, Northwest Territories, Canada. *Geomorphology* 204. 302–313.
64. Ballantyne, C.K. 2018. *Periglacial geomorphology*. Wiley, Hoboken. 441 bls.
65. Guðmundur Sigvaldason 1992. Recent hydrothermal explosion craters in an old hyaloclastite flow, Central Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 54(1–2). 53–63.
66. Morino, C., Conway, S.J., Þorsteinn Sæmundsson, Jón Kristinn Helgason, Hillier, J.K., Butcher, F.E.G., Balme, M.R., Jordan, C. & Argles, T. 2019. Molards as an indicator of permafrost degradation and landslide processes. *Earth and Planetary Science Letters* 516(2). 136–147.
67. Þorsteinn Sæmundsson, Morino, C., Jón Kristinn Helgason, Conway, S.J. & Halldór G. Pétursson 2017. The triggering factors of the Móafellshyrna debris slide in northern Iceland: Intense precipitation, earthquake activity and thawing of mountain permafrost. *Science of The Total Environment* 621. 1163–1175.
68. Jón Kristinn Helgason, Sveinn Brynjólfsson, Tómas Jóhannesson, Kristín S. Vogfjörð, Harpa Grímsdóttir, Ásta Rut Hjartardóttir, Þorsteinn Sæmundsson, Ármann Höskuldsson, Freysteinn Sigmundsson & Reynolds, H.I. 2014. Frumniðurstöður rannsókna á berglaupi í Öskju 21. júlí 2014. Á vefsetri Veðurstofu Íslands, slóð (skoðað 20.11 2023): <https://www.vedur.is/ofanflood/frodleikur/greinar/nr/2927>
69. Ágúst Guðmundsson, Óskar Knudsen & Haraldur Hallsteinsson 2003. Seyðisfjörður. Athuganir á setmyndunum og jarðgerð í bófum og Botnum. *Veturinn* 2002–2003. Jarðfræðistofan, Hafnarfirði. 45 bls. með viðaukum.
70. Leó Kristjánsson & Ágúst Guðmundsson 1995. Stratigraphy and paleomagnetism of a 3-km-thick Miocene lava pile in the Mjoiðfjörður area, eastern Iceland. *Geologische Rundschau* 84. 813–830.
71. Walker, G.P.L. 1960. Zeolite zones and dike distribution in relation to the structure of the basalts of eastern Iceland. *Journal of Geology* 68(5). 515–527.
72. Walker, G.P.L. 1959. Geology of the Reydarfjörður area, eastern Iceland. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 114. 367–393.

## UM HÖFUNDINN

Ágúst Guðmundsson (f. 1949) lauk BS-prófi í jarðfræði frá Háskóla Íslands árið 1976, fjórða árs prófi 1978 og MSc-prófi frá sama skóla árið 2000. Hann starfaði hjá Orkustofnun 1975–1990 að jarðfræðikortlagningu og mannvirkjajarðfræði við fyrirhugaðar vatnsaflsvirkjanir. Ágúst hóf rekstur Jarðfræðistofu 1990 og hefur síðan þá starfað sjálfstætt, aðallega sem verktaki fyrir Landsvirkjun og Vegagerðina við undirbúning stórmannvirkja, virkjana og vegganga. Ágúst hefur stundað athuganir og skráningu á sífrera í fjöllum Íslands síðan um 1980 og hin síðari ár í samstarfi við vísindafólk í Noregi og Frakklandi.



### Ágúst Guðmundsson

Jarðfræðistofan ehf | Hólshrauni 7,

Is-220 Hafnarfjörður | [agust@geoice.net](mailto:agust@geoice.net)

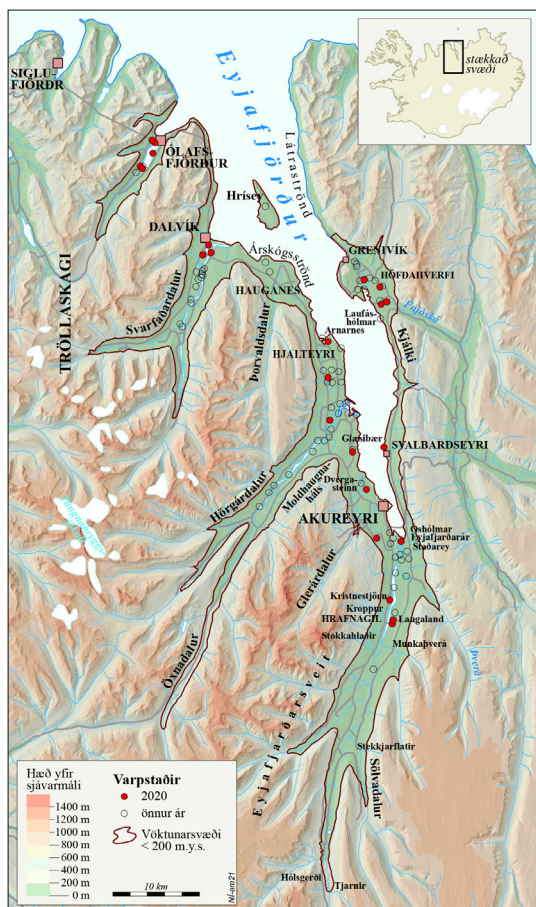
Sverrir Thorstensen, Ævar Petersen og Eyþór Ingi Jónsson

# Hettumáfar í Eyjafirði 2020

**VARP HETTUMÁFA** hefur verið vaktað í Eyjafirði á fimm ára fresti síðan 1990. Tilgangurinn er að fylgjast með fjölda varppara og fá þannig vísbendingar um breytingar á stofni hettumáfa á Íslandi. Niðurstöður talningar 1990 voru birtar í *Blika* árið 1993, í *Náttúrufræðingnum* árið 2005 fyrir árin 1995 og 2000 en talningar 2005, 2010 og 2015 eru í sama riti árið 2017. Hér er gerð grein fyrir talningu árið 2020. Hettumáfum fækkaði stöðugt frá 1990 til 2005, úr 1709 pörum í 1085. Frá og með talningunni árið 2010 hefur hettumáfum í Eyjafirði fjölgað nokkuð samfelld, úr 1085 pörum árið 2005 í 1922 pör árið 2020.



1. mynd. Hettumáfar rífast um loðnu á Pollinum við Akureyri. – Black-headed Gulls wrestle for Capelin *Mallotus villosus*. Akureyri (N-Iceland). Ljósmynd./Photo: Eyþór Ingi Jónsson, 29.04.2012.



2. mynd. Vöktunarsvæði hettumáfs í Eyjafirði, ásamt staðsetningu varpa 2020 og allra fyrri varpa frá 1990. – The area in Eyjafjörður (N-Iceland) which is monitored in relation to Black-headed Gulls. The unbroken line indicates 200 m a.s.l. Red dots indicate where the birds nested in 2020, while circles show where nesting took place every fifth year back to 1990.

## INGANGUR

Hettumáfur (*Chroicocephalus ridibundus*) (1. mynd) er algengur varpfugl á láglandi um nær allt land. Stofnstærðin hefur verið áætluð 25.000-30.000 pör í 350-400 vörpum.<sup>1</sup>

Í Eyjafirði hefur varp hettumáfa verið vaktad á fimm ára fresti frá vorinu 1990 og voru niðurstöður þeirrar talningar birtar árið 1993.<sup>2</sup> Gerð var grein fyrir talningum 1995 og 2000 árið 2005<sup>3</sup> og talningunum 2005, 2010 og 2015 árið 2017.<sup>4</sup> Hér er gerð grein fyrir talningu 2020.

Landnám og upphaf vöktunar á hettumáfum er rakin nánar í fyrstu greininni sem kom út árið 1993.<sup>2</sup> Vöktun var hafin á hettumáfum í Eyjafirði vegna umræðu um að þeim hefði fjölgað svo mikið að til vandræða horfði. Varp hettumáfa er hvergi vaktad hér á landi á jafn stóru svæði og í Eyjafirði, en stök vörp hafa verið talin með óreglulegu millibili víða um land. Talningarnar í Eyjafirði ættu að gefa góða vísbendingu

um breytingar á varpstofni hettumáfa í landinu. Vöktun hettumáfs fer fram á sama tíma og vöktun stormmáfs (*Larus canus*) á sama svæði.<sup>5</sup> Almennt má segja að vöktun með stöðluðum aðferðum sé nauðsynleg til að afla tölulegra gagna um framvindu fuglastofna.

## VÖKTUNARSVÆÐI OG TALNINGARAÐFERÐIR

Vöktunarsvæðið í Eyjafirði er um 556 km<sup>2</sup> að stærð og nær frá Ólafsfirði í norðri vestan fjardar suður fyrir Hólsgerði, fremsta bæ í Eyjafjardarsveit, og rétt út fyrir Grenivík austan fjardar (2. mynd). Svæðið er neðan 200 m hæðar yfir sjó og telur um 2,2% láglandis Íslands en enga hettumáfa er að finna í varpi hærra frá sjó. Talningar fóru fram á tímabilinu 21. maí til 3. júní.

Vorið 2020 var óvenju kalt og snjóar héldust lengi fram eftir, einkum við ut-anverðan fjörðinn. Í Ólafsfirði var sumarkoman greinilega styttra á veg komin en inni í Eyjafirði þegar talið var 24.

maí og var land ennþá víða undir eða nýkomið undan snjó. Vatnsendamýrar innan við Ólafsfjarðarvatn voru enn fremur á floti og hélst svo lengi fram eftir vori (3. mynd). Hettumáfar sem þar urpu áður höfðu því takmarkað land til varps. Þess vegna var farið aftur til að telja í Ólafsfirði 31. maí.

Í hettumáfsvörpum eru talningareiningar þessar: (1) hreiður með eggjum eða ungunum, (2) tóm hreiður, (3) fjöldi fugla á hreiðri og (4) heildarfjöldi fugla á varpstað, sjá nánar í fyrri heimild.<sup>2</sup> Vorið 2020 voru allar þessar aðferðir notaðar en hvaða aðferð var beitt hverju sinni fór eftir aðstæðum á hverjum stað.

Talning á fjölda hreiðra eða fjölda fugla á hreiðri gefur nákvæmstær niðurstöður þegar öruggt er að öll hreiður hafi fundist og öll pör orpin. Stundum eru aðstæður þannig í hettumáfsvörpum að erfitt er að komast að hreiðrum. Hreiðurleit getur einnig verið tímafrek og valdið óþarfa truflun í varpi. Talningar úr fjarlægð eru því heppilegastar.





3. mynd. Vatnsendamýrar innan við Ólafsfjarðarvatn. Húsin handan vatns eru Bjarg og Auðnir (fjær). Tangahólmi fyrir miðri mynd er innst í Ólafsfjarðarvatni. Hæstu hryggir yst á Vatnsendanasi til hægri. Lengst til vinstri er Áahólmi sem er neðsti hólminn í Fjarðará þar sem hún fellur í vatnið. – Water covered the marshes at the south side of lake Ólafsfjarðarvatn when the Black-headed Gull census took place in 2020. Ljósmynd./Photo: Gísli Kristinsson, 29.05.2020.

Oftast var unnt að telja hettumáfa á hreiðri úr fjarlægð frá hentugum útsýnisstöðum. Á talningarsvæðinu í Eyjafirði voru þrjár staðir einkar erfiðir því sef var orðið svo hávaxið að margir fuglanna hurfu í gróðurinn. Svo var við Djákna-tjörn og Hundatjörn í Krossanesborgum og í kílunum neðan við Brúnalaug í Eyjafjarðarsveit (Bakkakílum).

Við Djákna-tjörn og Hundatjörn var talið þannig að talningarmenn gengu samhliða eftir sefbeltunum umhverfis tjarnirnar. Þau eru ekki breið og mjög greinileg skil milli sefbreiðu og tjarnar. Við Brúnalaug gegndi öðru máli því svæðið var mjög blautt og víða illmögulegt yfirferðar. Þar voru hreiðrin falin í háum gróðri og sáust ekki þó svæðið væri skadað úr hallanum austan mýra. Því var brugðið á það ráð að nota dróna og myndir teknar beint yfir varpinu (4. mynd).

Ekki var unnt að greina með vissu á milli fugla liggjandi á hreiðri eða við hreiður. Því var heildarfjöldi fugla talinn af myndunum. Fjöldi varppara

var fundinn með því að margfalda fjölda fugla með svokölluðum viðvistarstuðli sem er 0,61 hjá hettumáfum.<sup>2</sup> Sömu reglu var beitt annars staðar í Eyjafirði þar sem aðeins var unnt að telja fugla á varpstað.

#### NIÐURSTÖÐUR

Vorið 2020 fundust alls 1922 varppör hettumáfa í Eyjafirði og er það mesti fjöldi frá því talningar hófust árið 1990 (5. mynd). Varppörum fjölgaði um 399 (26%) frá síðustu talningu vorið 2015.

Aukningin var að meðaltali 4,8% á ári þó ekki sé víst að hún hafi verið jöfn allt tímabilið frá 2015 til 2020. Á sama tíma fækkaði varpstöðum um einn, úr 24 í 23. Á árunum 1990 til 2020 hefur fjöldi varpstada verið á bilinu 23 til 48, meðaltal 32 (sjá viðauka í rafrænni útgáfu á vef Náttúrufræðingsins).

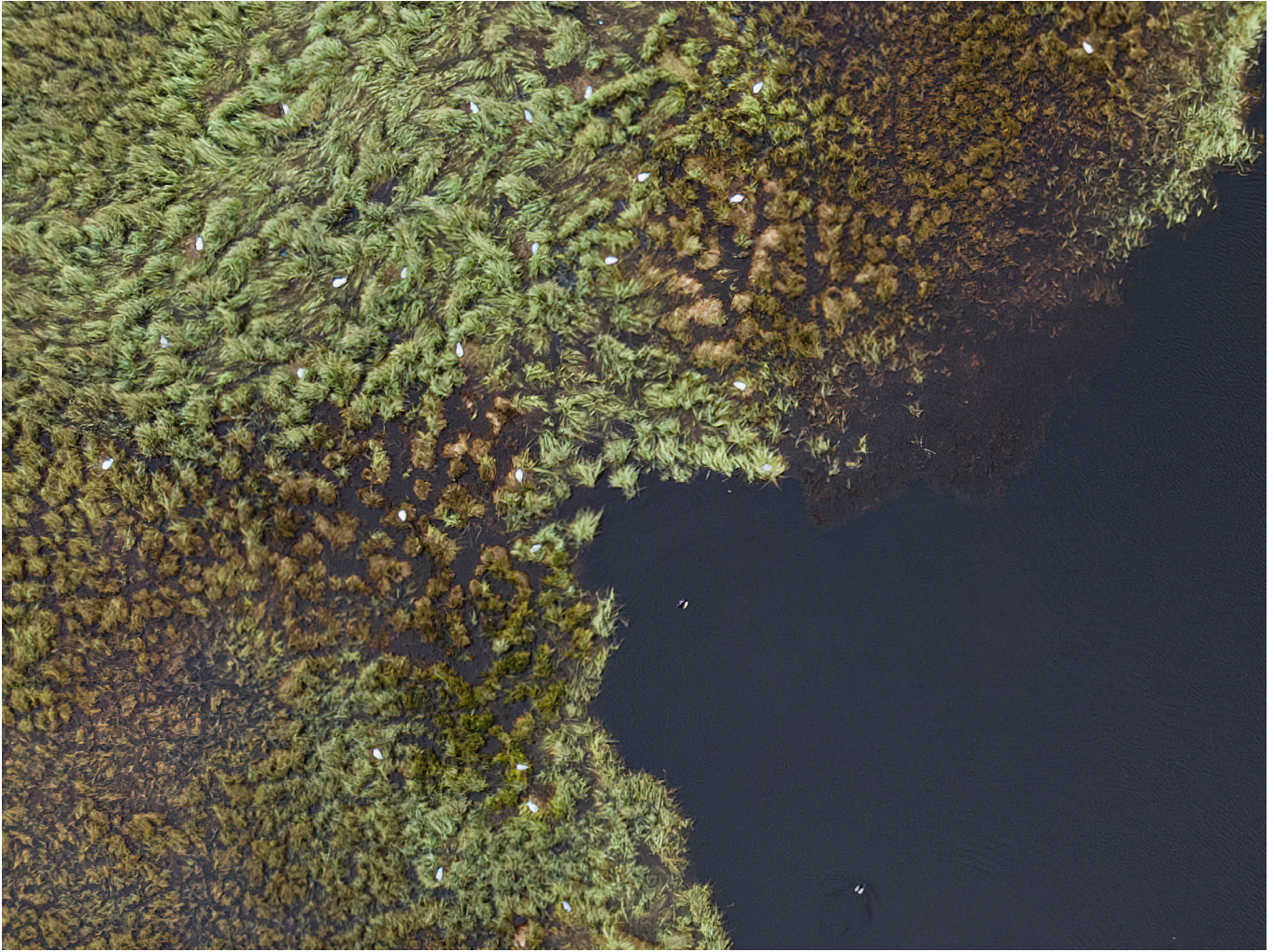
#### VARPSTAÐIR

Eftir talninguna 2020 eru þekktir alls 89 staðir í Eyjafirði þar sem hettumáfar

hafa orpið á árunum 1990-2020 (sjá viðauka í rafrænni útgáfu). Einn varpstaðanna (Kálfsá í Ólafsfirði) sker sig úr að því leyti að þar hefur ekki verið hettumáfsvarp í talningarárunum en vítað um varp í öðrum árum.

Núna bættust við fimm nýir varpstaðir. Á sex stöðum þar sem hettumáfar urpu 2015 voru engir fuglar núna. Eftirtaldir fimm varpstaðir hafa verið notaðir öll talningarárin: Glæsibær í Hörgársveit, Krossanesborgir, Hundatjörn í Naustaflóa, óshólmar Eyjafjarðarár norðan gamla þjóðveggar og óshólmar Fnjóskár.

Á fimm fjölsetnustu stöðunum vorið 2020 voru varppörin samtals 1371 eða 71% allra varppara í Eyjafirði. Þessir fimm staðir voru: Krossanesborgir á Akureyri (374 pör), beggja vegna Svarf-adardalsár milli Hrísa og Dalvíkur (274), óshólmar Eyjafjarðarár norðan gamla þjóðveggar (259)<sup>o</sup>, neðan við Brúnalaug í Eyjafjarðarsveit (259) og neðan bæjanna Holts og Hrafnstada í Svarf-



4. mynd. Drónamynd af hluta hettumáfsvarpsins neðan við Brúnalaug í Eyjafjarðarsveit. – Part of the Black-headed Gull colony at Brúnalaug in Eyjafjörður (N-Iceland), taken from a drone. Ljósmei./Photo: Eyþór Ingi Jónsson, 24.05.2020.

aðardal (205). Önnur stór vörp voru við Spónsgerði í Hörgársveit (92 pör), Kristnestjörn í Eyjafjarðarsveit (84 pör), Hundatjörn í Naustaflóa á Akureyri (75 pör), Arnarnes á Gálmaströnd (66 pör) og Tungutjörn á Svalbarðseyri (51 par).

#### **Stofnbreytingar 1990-2020**

Hettumáfum fækkaði stöðugt frá 1990 til 2005, úr 1709 pörum í 1085, eða um 37%. Að meðaltali nam fækkunin um 3% á ári á þessu 15 ára tímabili. Hettumáfum tók síðan að fjölga aftur eftir 2005, úr 1085 pörum í 1922 árið 2020. Á milli 2005 og 2010 var fjölgunin 35%, 4% milli 2010 og 2015 og 26% milli 2015 og 2020. Í heild fjölgaði hettumáfum í Eyjafirði um 77% milli ára 2005 og 2020. Á 6. mynd sést framvinda varpstofns hettumáfa í Eyjafirði á árunum 1990-2020.

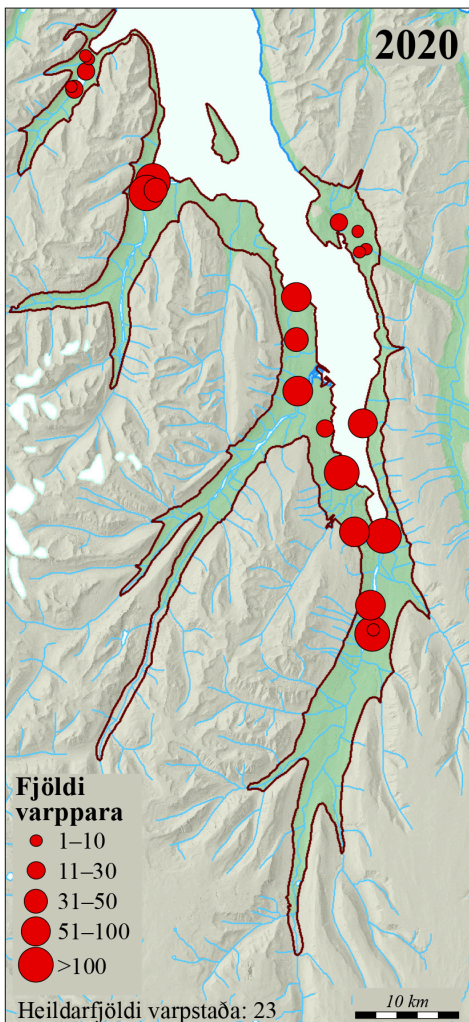
#### **Breytingar á vörpum**

Öll árin frá 1990 til 2010 var rúmlega helmingur (53-62%) allra hettumáfa í Eyjafirði sunnan línu sem hugsuð er dregin milli Glæsibæjar vestan fjarðar og Svalbarðseyrar austan fjarðar, sjá 2. mynd. Árið 2015 snerust hlutföllin við, þ.e. varppörin á suðursvæðinu voru 45% af heildarfjöldanum. Vorið 2020 var nær öll fjölgunin frá síðustu talningu á suðursvæðinu og hlutfallið var aftur orðið svipað og það var á fyrri árum (55%).

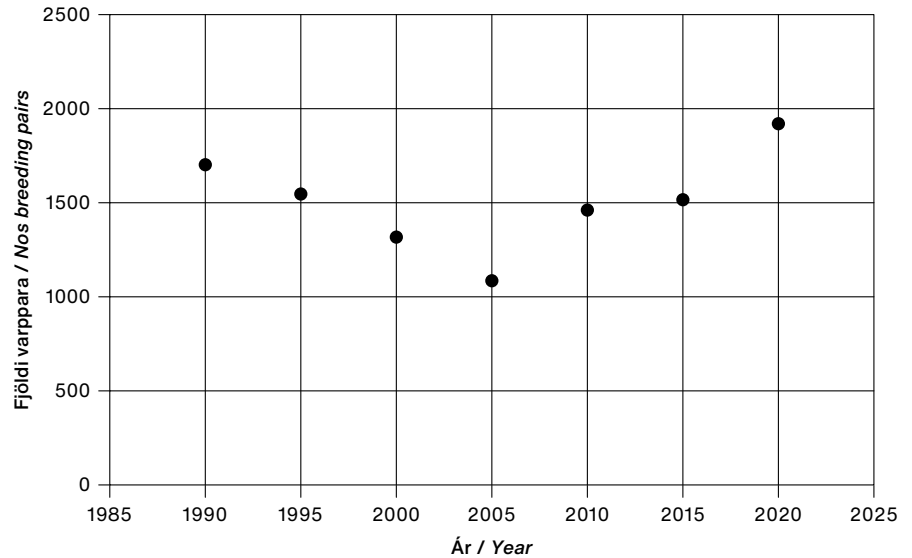
Eins og í talningunni 2015 var stærsti hluti allra hettumáfa í Eyjafirði í fimm stórum vörpum, þeim sömu bæði árin. Árið 2015 var 61% hettumáfanna á þessum fimm stöðum en var komið upp í 71% árið 2020. Fjölgun hettumáfa í Eyjafirði síðustu 15 ár hefur leitt til stækkunar fyrri varpa en varpstöðum hefur ekki fjölgað.

Í Ólafsfirði eru nú þekktir átta varpstaðir og voru fimm þeirra í notkun vorið 2020. Á þeim slóðum fjölgaði hettumáfum úr 28 í 37 pör (32%) milli ára 2015 og 2020.

Sé Svarfaðardalur tekinn sem heild stóð hettumáfsvarp í stað frá 2015. Nú urpu hettumáfar á þremur stöðum, neðan Holts og Hrafnstaða, við Hrísa-tjörn (7. mynd) og á flæðunum sitt hvorum megin við Svarfaðardalsá sjávarmegin við Hrísa höfða (alls 526 pör). Heildarfjöldi var nánast sá sami og 2015 (523 pör) þegar varpstaðir voru fjórir talsins. Í þetta sinn urpu engir hettumáfar á flæðunum neðan við Tjörn í Svarfaðardal en þar var 41 par árið 2015. Fuglum fækkaði einnig lítillega neðan við Holt og Hrafnstaði. Hettumáfarnir virðast hafa flutt sig utar í dalinn, á varpsvæðið við Dalvík.



5. mynd. Útbreiðsla og stærð hettumáfsvarpa í Eyjafirði árið 2020. – Distribution and size of Black-headed Gull nesting sites on the Eyjafjörður monitoring area in 2020.



6. mynd. Heildarfjöldi hettumáfspara á vöktunarsvæðinu í Eyjafirði á tímabilinu 1990 til 2020. – The total number of Black-headed Gull pairs in Eyjafjörður during the period 1990 to 2020.

Á Gálmaströnd, frá Arnarnesi í norðri suður að Ósi við Hörgá, fjölgaði varppörum í heild úr 146 í 193 (24%). Hettumáfar urpu á þremur stöðum bæði árin 2015 og 2020 en þó ekki að öllu leyti þeim sömu. Nýr varpstaður bættist við austan við Freyjulund, þá fjölgaði verulega við tjörn norðaustan við Spónsgerði (svonefnda Daudatjörn), þörum fækkaði við Arnarnes og nú var ekkert varp við Hörgá neðan við bæinn Ós. Svipaður fjöldi hóf að verpa við Freyjulund (35 pör) og voru áður við Ós (38 pör), svo má vera að það varp hafi flutt sig í heild. Í þetta sinn urpu engir hettumáfar inni í Hörgárdal.

Langstærsta varpið í Eyjafirði (374 pör) var nú í Krossanesborgum á Akureyri sem er fríðaður fólkvangur. Langflest þörin urpu í sefkraganum umhverfis Djáknatjörn vorið 2020 (8.

mynd), en það hefur rúmlega tvöfaldast frá 2015 og aldrei áður verið jafn stórt. Vorið 2018 voru 357 pör í Krossanesborgum.<sup>7</sup>

Varpið við Hundatjörn í Naustaflóa á Akureyri stóð nánast í stað milli talninga en þar var fuglalíf vakt að árlega á árunum 2008-2010 en eftir það á tveggja ára fresti. Fjöldi varppara var mestur vorið 2012 (128 pör), 94 pör 2014, 81 par 2015, 93 pör 2016, 71 par 2018 og 75 pör 2020.<sup>8</sup>

Í óshólum Eyjafjarðarar norðan gamla þjóðvegur urpu hettumáfar á þremur aðskildum stöðum, alls 259 pör og þar varð 58% aukning frá 2015.<sup>6</sup>

Inni í Eyjafjarðarsveit fjölgaði varppörum við Kristnestjörn milli 2015 og 2020 úr 33 þörum í 51 (55%). Vorið 2015 urpu 163 hettumáfspör neðan við Brúna-laug í Eyjafjarðarsveit og 68 pör neðan

við Laugaland þar skammt norðan við, samtals 231 par. Vorið 2020 voru 259 pör neðan við Brúnalaug en aðeins 10 neðan Laugalands, alls 269 pör. Fjölgunin á þessum tveimur nærliggjandi svæðum var samanlagt 16%.

Ef farið er út með Eyjafirði að austanverðu er fyrst komið að hettumáfsvarpi við Tungutjörn á Svalbarðseyri. Það hefur verið nokkuð stöðugt frá aldamótum, að meðaltali 53 pör (45-62 pör). Vorið 2020 varp 51 par við tjörnina.

Í Höfðahverfi eru 16 varpstaðir hettumáfa þekktir frá árinu 1990. Hettumáfum fækkaði stöðugt á þessu svæði frá því sem mest var 271 par vorið 1990 niður í 18 pör 2015. Vorið 2020 voru 34 pör á fjórum stöðum á svæðinu í heild og fjölgunin 89% frá 2015.



7. mynd. Hrísatjörn í Svarfaðardal. Vorið 2020 urpu 47 hettumáfspör við tjörnina. – Lake Hrísatjörn in Svarfaðardalur (N-Iceland), where 47 pairs of Black-headed Gulls nested in spring 2020. Ljósmynd./Photo: Sverrir Thorstensen, 25.05.2020.

### Varpstaðir

Hettumáfar verpa fyrst og fremst í votlendi og við tjarnir. Sefbreiður í tjörnum virðast vera staðir sem þeir sækja mest á. Þar voru stærstu vörpin, t.a.m. við Djáknatjörn í Krossanesborgum og Dauðatjörn á Gálmaströnd en einnig má nefna Hundatjörn í Naustaflóa og Hundatjörn í Krossanesborgum. Votlendur mýrar og kilar laða ennfremur hettumáfa til sín, s.s. við Brúnalaug í Eyjafjarðarsveit, votlendisvæðin við Svarfaðardalsá hjá Dalvík, kílarnir neðan við Holt og Hrafnstaði í Svarfaðardal og Vatnsendamýrar innan við Ólafsfjarðarvatn. Í Eyjafirði eru aðeins fjórir staðir þar sem hettumáfsvörp eru á þurrlendi, þ.e. við Bustarbrökku í Ólafsfirði, Arnarnes á Gálmaströnd, Freyjulund á Gálmaströnd og Nes í Höfðahverfi. Á þessum fjórum stöðum var heildarfjöldi varpara 116 sem er aðeins 6% allra hettumáfspara á talningarsvæðinu.

### UMRÆÐA

Eins og fram hefur komið í fyrri greinum um vöktun í Eyjafirði eiga hettumáfar það til að skipta um varpstaði og nema nýja staði.<sup>4</sup> Vorið 2020

var ekkert varp á sjö stöðum sem voru notaðir 2015 og þá með samtals 58 varppör. Til samanburðar voru sex staðir notaðir 2020 en ekki 2015, þar af fimm þeirra nýir og voru samtals 73 pör á þessum sex stöðum.

Núna urpu hettumáfar á 17 stöðum á norðursvæðinu (frá Glæsibæ og Svalbardseyri og norður úr) en aðeins á sex stöðum á suðurhluta talningarsvæðisins. Á hinn bóginn urpu mun fleiri pör (1061) á suðursvæðinu en því nyrðra (861). Fjölgunin milli 2015 og 2020 var 399 pör. Á fjórum fjölsetnustu stöðunum (Hrísar-Dalvík, Krossanesborgir, óshólmar Eyjafjarðarár, Brúnalaug) var fjölgunin samtals 460 pör. Stærstu hettumáfsvörpin hafa því dregið til sín hlutfallslega mörg ný pör, fleiri en nam heildaraukningu á vöktunarsvæðinu.

Hettumáfar eru algengir varpfuglar á norðurhveli jarðar nánast hringinn í kringum hnöttinn. Stærstan hluta stofnsins er að finna í Evrópu þar sem hann er metinn 1,340,000 til 1,990,000 varppör<sup>9</sup> en heimsstofninn er talinn vera 2,4–4,45 milljónir para.<sup>10</sup>

Framvinda hettumáfstofnsins í heiminum í heild er óþekkt en staðbundin vöktun fer fram í ýmsum

löndum. Í N-Ameríku þar sem hettumáfur er tiltölulega nýr varpfugl er tegundin enn faliðuð, 220 pör 2001–2011,<sup>11</sup> en stofninn hefur margfaldast síðustu áratugi.<sup>10</sup> Á hinn bóginn hefur hettumáfum fækkað stöðugt víða í Evrópu, t.a.m. í Danmörku 1990–2011<sup>12</sup> og í Tékklandi 1993–2014.<sup>13</sup> Fækkunin hefur verið veruleg svo ætla mætti að tegundin færi á valista í hættuflokkinn „Í hættu“ (e. endangered). Svo er þó ekki og eru hettumáfar skráðir í flokkinn „Ekki í hættu“ (e. least concern) enda mjög útbreiddir, þeim hefur ekki fækkað það mikið og heildarstofninn er ennþá mjög stór.

Framvinda varpstofns hettumáfa á Bretlandseyjum er allt önnur en annars staðar í Evrópu. Tímabili fækkunar lauk 2003–2004 og frá þeim tíma og allt til 2019 hefur stofninn stækkað jafnt og þétt.<sup>14</sup> Það vill svo til að þessi framvinda er nákvæmlega sú sama og átt hefur sér stað í Eyjafirði (sjá 6. mynd). Þessar samstíga breytingar gætu bent til þess að Íslenskir hettumáfar séu upprunnir á Bretlandseyjum, en aðeins rúm öld er síðan fyrsta hettumáfshreiðrið fannst á Íslandi, árið 1910 nærri Stokkseyri.<sup>15,1</sup>



8. mynd. Djáknatjörn í Krossanesborgum tekin úr lofti með dróna til norðurs. – Tarn Djáknatjörn in Krossanesborgir nature reserve. Ljósmynd. / Photo: Eyþór Ingi Jónsson, 18.05.2018.

Samkvæmt niðurstöðum merkinga fara íslenskir hettumáfar mest til Evrópu á veturna, auk þess sem margir verða eftir á Íslandi og einstaka fara vestur um haf.<sup>1,16</sup> Talsverður hluti þeirra hettumáfa sem hafa verið merktir á Íslandi og endurheimst á Bretlandseyjum voru merktir á talningarsvæðinu í Eyjafirði, við Skipalón í Hörgársveit.<sup>17</sup> Orsaka breytinga á íslenska varpstofninum gæti því frekar verið að leita á vetrarstöðvunum en á varptíma á Íslandi.

## SUMMARY

### *Black-headed Gulls in Eyjafjörður (N-Iceland) 2020*

Since 1990 Black-headed Gulls (*Chroicocephalus ridibundus*) (Fig. 1) have been monitored every fifth year in the fjord of Eyjafjörður, N-Iceland. The monitoring area is 556 km<sup>2</sup>, and all below 200 m a.s.l. (Fig. 2). This is the only large area in Iceland where distribution and numbers of this species are monitored. Black-headed Gulls are censused using the following methods (depending on local circumstances): (1) nests with eggs or young, (2) empty nests, (3) number of incubating birds, and (4) total number of birds at nesting site.

The Icelandic breeding population of Black-headed Gulls was estimated 25.000-30.000 pairs in 350-400 colonies, but this estimate has not been revised since 1998. In 2020 the number of pairs in the Eyjafjörður monitoring area was 1922. This time Black-headed Gulls nested at 23 sites (Fig. 5). Two of these sites are shown (Figs 7 & 8), another one was submerged due to meltwater during first census attempt (Fig. 3), one was censused using a drone, since the birds nested in tall sedge and the nesting birds could not be counted from distance (Fig. 4).

Since 1990 Black-headed Gulls have been found nesting at 89 sites (included in article on webpage [natturufræðingurinn.is](http://natturufræðingurinn.is)). Between 1990 to 2005 the population declined steadily but has increased continually since then. In 2020 the population was larger than ever before since monitoring begun in 1990 (Fig. 6). The total increase was 26% from 2015 to 2020.

Interestingly identical changes have taken place in the breeding population of the Black-headed Gull in Eyjafjörður and in the UK. This could indicate that the same factors are responsible

for changes in these two populations. Black-headed Gulls have only nested in Iceland for over a century, first nest found in 1910. Most of the Icelandic birds overwinter in Europe, many in the UK, where large numbers of birds, ringed in the monitoring area, have been recovered. Many Black-headed Gulls overwinter in Iceland, and some have been recovered in N-America.

## ÞAKKIR

Ketill Þór Thorstensen, Snævarr Örn Georgsson og Sunna Björk Ragnarsdóttir tók þátt í talningum. Anette Theresia Meier gerði kortin. Gísli Kristinsson lánaði eina mynd. Þau fá öll bestu þakkir.

## HEIMILDIR

1. Ævar Petersen 1998. Íslenskir fuglar. Vaka-Helgafell, Reykjavík. 312 bls.
2. Ævar Petersen & Sverrir Thorstensen 1993. Hettumásvörp í Eyjafirði 1990. Bliki 13. 45-59.
3. Ævar Petersen & Sverrir Thorstensen 2005. Vöktun hettumáfs í Eyjafirði 1995-2000. Náttúrufræðingurinn 73(1-2), 39-46.
4. Sverrir Thorstensen & Ævar Petersen 2017. Hettumáfar í Eyjafirði: Er áralöng fækkun á enda? Náttúrufræðingurinn 87(3-4), 148-157.
5. Ævar Petersen, Sverrir Thorstensen & Eyþór Ingi Jónsson 2022. Fjöldi stormmáfa í Eyjafirði vorið 2020. Náttúrufræðingurinn 92(3-4), 143-159.
6. Sunna B. Ragnarsdóttir, Sverrir Thorstensen & Sigmar Metúsalemsson 2021. Fuglalíf í óshólmum Eyjafjarðarar 2020. Náttúrufræðistofnun Íslands NÍ-01001. 62 bls.
7. Sverrir Thorstensen & Þorsteinn Þorsteinsson 2018. Fuglalíf Krossanesborga 2018. Könnun gerð að beiðni umhverfis- og mannvirkjasviðs Akureyrar. 38 bls.
8. Sverrir Thorstensen, Ketill Þór Thorstensen, Snævarr Örn Georgsson & Sunna Björk Ragnarsdóttir 2020. Fuglalíf við Hundatjörn í Naustaflóa vorið 2020. Könnun gerð að beiðni umhverfis- og mannvirkjasviðs Akureyrar. 10 bls.
9. BirdLife International 2021. European Red List of Birds. European Union, Luxembourg. 51 bls.
10. BirdLife International 2022. Species factsheet: *Larus ridibundus*. Sótt 01.02.2022 af <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/black-headed-gull-larus-ridibundus>.
11. Wetlands International 2022. „Waterbird Population Estimates“. Sótt 11.02.2022 af [wpe.wetlands.org](http://wpe.wetlands.org).
12. Bregnballe, T., H.E. Jørgensen, H. Christensen & J. Drachmann 2015. Udviklingen i ynglebestanden af Hættemåger i Danmark 1970-2010. Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 109(4): 179-192.
13. Poprach, K., I. Machar & K. Maton 2016. Long-term decline in breeding abundance of Black-headed Gull (*Chroicocephalus ridibundus*) in the Czech Republic: A case study of a population trend at the Chomoutov lake. Ekológia (Bratislava) 35(4): 350-358.
14. JNCC 2022. Black-headed Gull (*Chroicocephalus ridibundus*). Sótt 02.02.2022 af <https://jncc.gov.uk/our-work/black-headed-gull-chroicocephalus-ridibundus/>.
15. Bjarni Sæmundsson 1913. Hettumáfurinn. Suðurland 24.05., 3(49): 192-193.
16. Fletcher, M. 2002. Black-headed Gull *Larus ridibundus*. Bls. 356-360 í: C. Wernham, M. Thoms, J. Marchant, J. Clark, G. Siriwardena & S. Baillie (eds). The Migration Atlas (Movements of the birds of Britain and Ireland). T. & A.D. Poyser, London. i-xvi + 884 bls.
17. Horton, N., T. Brough, M.R. Fletcher, J.B.A. Rochard & P.I. Stanley 1984. The winter distribution of foreign Black-headed Gulls in the British Isles. Bird Study 31(3): 171-186.

## UM HÖFUNDA



**Sverrir Thorstensen** (f. 1949) lauk kennaraprófi 1970. Hann var kennari og skólastjóri í Stórutjarnaskóla í Ljósavatnsskarði og síðan kennari í Glerárskóla á Akureyri en er nú á eftirlaunum. Sverrir hefur stundað merkingar og rannsóknir á fuglum frá árinu 1979.

**Sverrir Thorstensen** | Lönguhlíð 9a,  
IS-603 Akureyri | [sv.thorst@gmail.com](mailto:sv.thorst@gmail.com)



**Ævar Petersen** (f. 1948) lauk BSc-Honours-prófi í dýrafræði frá Aberdeen-háskóla í Skotlandi 1973 og doktorsprófi í fuglafræði frá Oxfordháskóla á Englandi 1981. Ævar er nú á eftirlaunum.

**Ævar Petersen** | Brautarlandi 2,  
IS-108 Reykjavík | [aevor@nett.is](mailto:aevor@nett.is)



**Eyþór Ingi Jónsson** (f. 1973) nam kirkjutónlist og síðar orgeleinleik við Tónlistarháskólann í Piteå í Svíþjóð 1999-2007. Starfar sem organisti Akureyrarkirkju og náttúruljósmyndari. Eyþór hefur aðstoðað við fugla-merkingar, talningar og rannsóknir sl. 10 ár.

**Eyþór Ingi Jónsson** | Laugagerði,  
IS-621 Dalvík | [eythor@eythoringi.com](mailto:eythor@eythoringi.com)

---

Hið íslenska  
náttúrufræðifélag  
Stofnað 1889

---

The Icelandic  
Natural History  
Society

---

Suðurlandsbraut 24, 108 Reykjavík, Iceland — [www.hin.is](http://www.hin.is) / [hin@hin.is](mailto:hin@hin.is)

## STJÓRN FÉLAGSINS 2023–2024 / BOARD MEMBERS 2023–2024

[stjorn@hin.is](mailto:stjorn@hin.is)

**Sölvi Rúnar Vignisson**  
[formaður@hin.is](mailto:formaður@hin.is)

**Formaður / Chairman**  
*Þekkingarsetur Suðurnesja / The Sudurnes Science and Learning Center*

**Sveinn Kári Valdimarsson**

**Varaformaður / Vice-chairman**  
*Matvælaráðuneyti / Ministry of Food, Agriculture and Fisheries*

**Bryndís Guðrún Róbertsdóttir**  
[gjaldkeri@hin.is](mailto:gjaldkeri@hin.is)

**Gjaldkeri / Treasurer**  
*Minjastofnun Íslands / The Cultural Heritage Agency of Iceland*

**María Helga Guðmundsdóttir**  
[ritari@hin.is](mailto:ritari@hin.is)

**Ritari / Secretary**  
*Háskóli Íslands og Náttúrufræðistofnun Íslands  
/ University of Iceland and Icelandic Institute of Natural History*

**Anna Heiða Ólafsdóttir**  
[felagsvordur@hin.is](mailto:felagsvordur@hin.is)

**Félagsvörður / Board member**  
*Hafrannsóknastofnun / Marine and Freshwater Research Institute*

**Einar Pétur Jónsson**  
[kynning@hin.is](mailto:kynning@hin.is)

**Fræðslustjóri / Board member**  
*Hafrannsóknastofnun / Marine and Freshwater Research Institute*

**Benedikt Traustason**  
[vefstjori@hin.is](mailto:vefstjori@hin.is)

**Vefstjóri / Webmaster**  
*Náttúruminjasafn Íslands / Icelandic Museum of Natural History*

Tilgangur félagsins er að efla íslensk náttúruvísindi, glæða áhuga og auka þekkingu manna á öllu er snertir náttúrufræði. Innganga í félagið er öllum heimil.

Einstaklingsárgjald er 5.800 kr. Í því er fólgin áskrift að Náttúrufræðingnum. Hjónaárgjald er 6.500 kr. og nemendagjald 4.000 kr. Annual dues, which include the subscription of the society's journal, are 5.800 ISK.

Yfir vetrarmánuðina stendur félagið fyrir fræðslu- og umræðu-fundum og verða þeir og aðrir viðburðir, svo sem stuttar gönguferðir og annað sem tengist náttúrunni, auglýstir á heimasíðunni.

---

## Náttúruminjasafn Íslands

Náttúruminjasafn Íslands er eign íslenska ríkisins, höfuðsafn á sviði náttúrufræða og heyrir undir mennta- og menningarmálaráðuneytið. Hlutverk Náttúruminjasafns Íslands eru skilgreind í Náttúruminjasafnslögum nr. 35/2007 og Safnalögum nr. 141/2011. Náttúruminjasafnið er fræðslu- og vísindastofnun, ætlað að gegna miðlægu hlutverki við miðlun þekkingar og upplýsinga um náttúrufræðileg efni og vera ráðgefandi gagnvart öðrum söfnum landsins sem sýsla með náttúruna. Stofnunin byggir starfsemi sína á rannsóknum og gagnaöflun á eigin vegum og í samstarfi við aðra, og á miðlun þekkingar og upplýsinga með staf- og rafrænni útgáfu, ráðgjöf, fyrirlestrum og sýningahaldi.

Forstöðumaður Náttúruminjasafns Íslands er dr. Hilmar J. Malmquist.  
[hilmar.j.malmquist@nmsi.is](mailto:hilmar.j.malmquist@nmsi.is)

---

## The Icelandic Museum of Natural History

The Icelandic Museum of Natural History is the property of the Icelandic state, a public institution appertaining to the Ministry of Education, Science and Culture. The primary roles of the museum are to shed light on Icelandic nature, natural history, use of natural resources and nature conservation, and thereby promote conservation of natural heritage in Iceland and sustainable use of nature. The museum implements its functions by exhibitons, publication and research.

Dr. Hilmar J. Malmquist is director of the Icelandic Museum of Natural History. [hilmar.j.malmquist@nmsi.is](mailto:hilmar.j.malmquist@nmsi.is)

ISSN 0028-0550



9 770028 055009