

Hilmar J. Malmquist, Karl Gunnarsson, Davíð Gíslason,
Sæmundur Sveinsson, Joana Micael og Sindri Gíslason

Sindraskel (*Ensis terranovensis*) – nýr landnemi í sjó við Ísland



Á GAMLÁRS DAG 2020 fundust óvænt nokkrar tómar hnífskeljar (fylking lindýra, Mollusca, flokkur samloka, Bivalvia) í fjöru innst í Hvalfirði. Skeljarnar draga nafn af útlitinu og eru langar, allt að 24 cm, mjóar, þunnar og beittar, og líkjast helst gamaldags rakhnífum. Fyrir fundinn var ekki vitað til þess að áður hefðu fundist hnífskeljar við Ísland, ef frá er talinn fundur tveggja dauðra fáfnisskelja (*Ensis magnus*) árið 1957 í fjöru í Lónsvík skammt frá bænum Hvalnesi. Eftir fundinn 2020 fannst í febrúar 2021 lifandi samloka í fjörunni við ósa Hafnarár í mynni Borgarfjarðar. Í kjölfar vettvangsferða höfunda og kynningu fyrstu rannsóknar-niðurstaðna á Líffræðiráðstefnu haustið 2021, sem leiddu til umfjöllunar í fjölmiðlum um fundina, bárust fleiri tilkynningar um fundi bæði lifandi og dauðra hnífskelja. Þar á meðal í Kollafirði í maí 2019 og Leiruvogi í febrúar 2020. Fundust skeljar allt að 20 cm langar. Þegar þetta er ritað hefur skelin aðeins fundist við suðaustanverðan Faxaflóa. Í norðanverðu Atlantshafi eru þekktar átta tegundir hnífskelja. Þær eru líkar í útliti og getur verið erfitt að greina þær að. Niðurstöður erfðagreiningar lifandi eintaka í rannsókninni sem hér um getur staðfesta að um er að ræða tegundina *Ensis terranovensis*, sem við nefnum „sindraskel“. Tegundin hefur til þessa einungis fundist við Nýfundnaland á austurströnd Norður-Ameríku, og var þar fyrst greind árið 2012. Ísland er því fyrsta landið þar sem sindraskel finnst utan náttúrulegra heimkynna. Hún hefur sennilega borist hingað sem lirfa í kjölvatni flutningaskipa, jafnvel fyrir rúmum tíu árum ef mið er tekið af stærstu eintökunum sem hér hafa fundist og áætluðum vexti skeljanna. Flutningur sjávarlífvera af mannavöldum út fyrir náttúruleg heimkynni fer vaxandi. Þar sem framandi tegundir ná fótfestu geta þær breytt og/eða valdið skaða á lífríkinu sem fyrir er. Þess vegna er m.a. mikilvægt að fylgjast með útbreiðslu og lifnaðarháttum sindraskeljarinnar hér við land.

INNGANGUR

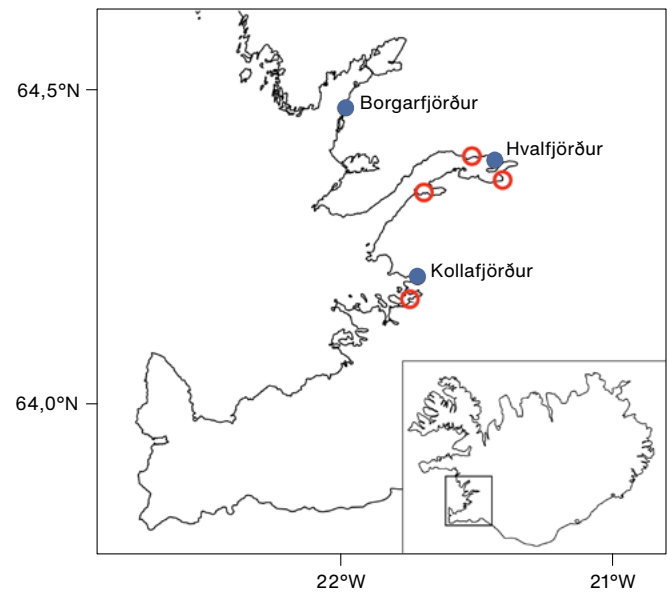
Á gamlársdag árið 2020 var Finnur J. Malmquist ásamt fleira fólki að tína krækling í fjöru við ósa Bláskeggsár í Helgúvík, Hvalfirði, þegar hann rak augun í nokkrar skeljar nedarlega í fjörunni sem komu honum spáskt fyrir sjónir (1. mynd). Skeljarnar voru mjóar, aflangar, tómar og brotnar, allar nema ein sem hann hirti. Sú var fremur fersk að sjá og hýðið enn utan á skelinni. Finnur tilkynnti fundinn nokkrum dögum síðar til Náttúruminjasafns Íslands.

Strax var ljóst að um óvenjulegan fund var að ræða, líklegast hnífskel, samloku af ættkvíslinni *Ensis* sem aðeins hafði fundist einu sinni áður við Ísland svo kunnugt væri. Það var síðla sumars 1957, í Lónsvík skammt sunnan við bæinn Hvalnes við Eystra Horn. Þar fundust tvær tómar skeljar örskammt frá flóðamörkum. Ytra hýðið var á skeljunum og þær voru lítið skaddaðar, sem bendir til þess að þær hafi ekki legið dauðar lengi á fundarstaðnum.¹

Ingimar Óskarsson (1892–1981), náttúrufræðingur og um langt skeið helsti sérfræðingur landsins í lindýrum, rannsakandi skeljarnar og hallaðist að því að um væri að ræða tegundina *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865; núverandi heiti *E. magnus* Schumacher, 1817), sem hann nefndi fáfnisskel.¹ Fáfnisskel hefur ekki fundist fyrr né síðar hér við land svo vitað sé með vissu.

1. mynd. Hnífskel mað áföstum kræklingi í sendinni fjöru í Helgúvík, Hvalfirði. Með DNA-greiningu kom í ljós að um nýja tegund var að ræða á Íslandi, sindraskel (*Ensis terranovensis*). – Razor clam with attached blue mussel found in Hvalfjörður, W-Iceland. Later identified by DNA-analysis as *Ensis terranovensis*. Ljósmynd/Photo: Sindri Gíslason.

2. mynd. Fundarstaðir lifandi og dauðra sindraskelja á Íslandi á tímabilinu maí 2019 til júlí 2022, alls sjö. Bláu punktarnir þrír sýna fundarstaðina þar sem lífsýni voru tekin úr lifandi samlokum til tegundarákvörðunar með erfðagreiningu. – Finds of living and dead *Ensis terranovensis* in Faxaflói bay, Iceland, over the period May 2019 to June 2023, in total 7 locations. Blue dots show locations of living clams used in DNA-analysis for species identification.



3. mynd. Margar tómar sindraskeljar fundust reknar í fjöru við Blikastaðanes í Leiruvogi í febrúar 2022. Á þessum slóðum fundust einnig tómar sindraskeljar í febrúar 2020. – Empty but whole *Ensis terranovensis* found at Blikastaðanes, bay of Leiruvogur estuary, SW-Iceland, in February 2022. Ljósmynd/Photo: Jónas Pétur Aðalsteinsson.

Í kjölfar fundarins í Hvalfirði var haft samband við sérfræðinga á Haf-rannsóknastofnun sem sýsla með sjávarlífverur, meðal annars Karl Gunnarsson, og lagt á ráðin um frekari rannsóknir. Fljótlega bættust í hópinn Davíð Gíslason og Sæmundur Sveinsson, sérfræðingar hjá Mátis, auk Sindra Gíslasonar forstöðumanns Náttúrustofu Suðvesturlands og Joana Micael sérfræðings á náttúrustofunni. Á Náttúrustofu Suðvesturlands er framandi sjávarlífverur í strandsjónum við Ísland sérstaklega sinnt. Skipulagðar voru vettvangsferðir í Hvalfjörð og víðar í þeim tilgangi að kanna nánar útbreiðslu skeljanna og þó einkum til að ná í lifandi eintök, bæði til að staðfesta tilveru lindýrsins á staðnum og útvega lífsýni fyrir erfðagreiningu svo ákvarða mætti með öruggum hætti hvaða tegund samlokun tilheyrði.

Hér verður greint frá fyrstu fundum þessarar framandi samlokutegundar á Íslandi, fjallað stuttlega um lífshætti hennar og skyldra tegunda og spáð í mögulega útbreiðslu og hugsanleg áhrif á sjávarlífríkið. Umfjöllunin er byggð á nýútkominni grein höfunda í fagtímaritinu BioInvasions Records² þar sem fundinum er lýst og birtur niðurstöður erfðagreiningar lífsýna úr fótbitum þriggja lifandi skelja. Samkvæmt DNA-radgreiningum á erfðavísium úr hvatberum skeljanna (COI og 16S rRNA) er um að ræða tegundina *Ensis terranovensis* Vierna & Martínez-Lage, 2012.

Tegundin *E. terranovensis* hefur til þessa einungis fundist við Nýfundna-

land þar sem hún var nýlega greind (Philip Sargent DFO, Nfl., Kanada, persónulegar uppl.)^{3,4} og er Ísland því fyrsta landið þar sem hún finnst utan náttúrulegra heimkynna.

Höfundar hafa gefið tegundinni *E. terranovensis* íslenska heitið sindraskel. Það er gert með tilvísun í norrænan menningararf og til að fylgja frumkvæði Ingimars Óskarssonar sem gaf hnífskeljunum tveimur sem fundust 1957 í Lónsvík nafnið fáfnisskel eftir dvergnum Fáfni. Hér er vísað til Sindra, annars dvergs í fornum frásögnum, sem í Völuspá er kynntur sem hagur mannvirkjasmiður.⁵

EFNI, AÐFERÐIR OG NIÐURSTÖÐUR

Fundir sindraskelja

Í kjölfar tilkynningar um fund hnífskeljanna á gamlársdag 2020 voru á tímabilinu janúar 2021 til júlí 2022 farnar allnokkrar vettvangsferðir í Kollafjörð, Hvalfjörð og Borgarfjörð í leit að hnífskeljum. Valdir voru dagar þegar stórstreymt var og gengið meðfram lágfjörumörkum en einnig vaðið út í á stígvélum. Yfirlit yfir alla fundi og fundarstaði gefur að líta í 1. töflu og á 2. mynd. Fundirnir eru alls 13 og fundarstaðirnir 7, þ.e. við norðanvert Blikastaðanes í Leiruvogi, innst í Kollafirði, í Laxárvogi í Hvalfirði, við Gerðatanga í Brynjudalsvogi, við Bláskeggsá í Helguvík, við Bjarteyjarsand í Hvalfirði og nærri Hafnará í Borgarfirði. Höfundar fóru einnig í bæði tilfallandi og skipulagðar



4. mynd b.

fjöruferðir innan sem utan Faxaflóa sumarið 2022 og 2023, meðal annars í Lónsvík fyrir austan, Breiðafjörð og á Vestfirði. Skemmst er frá því að segja að engar hnífskeljar fundust utan Faxaflóa.

Í skipulegri leit var sjónum fyrst beint að ósi Bláskeggsár, þar sem hnífskeljar fundust fyrst, og leitað að skeljum í fjörunni yst við ósinn og út með ströndinni á báða bóga. Í ferð 27. febrúar 2021 fundust tvær heilar samlokur á nánast sama stað og þær skeljar sem fyrst fundust, um 9 cm langar, tómar en þó héngu skelhelmingarnir ennþá saman á hjörunum (1. tafla). Í annarri ferð í Helguvík (1. mars 2021) fundust aftur tvö tóm eintök af heilum samlokum, um 8 cm löng, og voru dýrin greinilega nýdaud (3. mynd, 1. tafla). Í millitíðinni (28. febrúar 2021) var tilkynnt um nýjan fundarstað hnífskeljar, í fjöru við ós Hafnarár undan Hafnarfjalli í Borgarfirði. Ekki var nóg með að nýr fundarstaður bættist við heldur var eintakið sem fannst bæði heilt og lifandi (4. mynd a og b, 1. tafla). Þar með var komið í hús lífsýni af nýju samlokunni, sem var strax búíð undir sýnatöku fyrir tegundarárvörðun með greiningu erfðavísa. Finnandi fyrsta lifandi eintaksins var Guðni M. Eiríksson líffræðingur.

Eftir frumbirtingu gagna um fund hnífskeljanna á Líffræðiráðstefnu haustið 2021⁶ og umfjöllun um fundinn í fjölmiðlum⁷⁻¹⁰ bárust höfundum ábendingar frá tveimur glöggum fjörulöllum um líklega fundi hnífsskelja (1 tafla, 2. mynd). Annars vegar kom ábending um fund hnífsskelja 20. maí 2019 við Naustanes

innst í Kollafirði frá Þorbjörgu Gíjju og hins vegar 23. febrúar 2020 við Blikastaðanes í Leiruvogi þar sem Jónas Pétur Aðalsteinsson hafði safnað mörgum skeljum. Síðasti fundurinn sem hér er fjallað um var í júlí 2022 við skeristö Hólmahjalla sunnan til í mynna Laxárvogs í Hvalfirði.

Búsvæði

Allir fundarstaðir sindraskeljanna eru við Faxaflóa (2. mynd). Þeir eru allir nálægt árósum þar sem áhrifa ferskvatns gætir í strandsjónum (1. tafla). Þetta á bæði við um fundi lifandi skelja og dauðra. Lifandi skeljar fundust yfirleitt í minna en 200 m fjarlægð frá árósum, en þær tómu fundust hins vegar oft lengra frá árósunum, í 200–700 m fjarlægð (1. tafla, 2. mynd). Fundarstaðirnir eiga það jafnframt sammerkt að vera fremur innarlega í vogum og vikum þar sem brims gætir ekki í miklum mæli og fjörubedurn er í fingerðari kantinum.

Samlokurnar þrjár sem lífsýni voru tekin úr fundust á sendnum fjörum, allt frá fremur grófkendum í leirborinn sand. Tvær samlokurnar stóðu upp á endann ofan í setinu (5. mynd a og b) en sú þriðja lá á yfirborði innan um lifandi krækling. Dauðar skeljar fundust bæði á fingerðu undirlagi og grófu, þ.e. bæði í sandfjöru og grýttum fjörum, þangað sem hafaldan hefur vafalítið skilað þeim. Þannig tengir Jónas Pétur Aðalsteinsson fund sinn í grýttri fjöru við Blikastaðanes í febrúar 2020 við brimasaman dag á undan fundinum (Jónas Pétur Aðalsteinsson munnl. uppl.).



4. mynd a.

4. mynd a og b. Fyrsta lifandi eintakið af sindraskel fannst nýrekið nálægt ós Hafnarár í Borgarfirði í febrúar 2021. Skelin lá innan um krækling í sandfjöru. Á efri myndinni hefur dýrið teyggt fótvöðvann út úr opinni samlokunni. – First living *Ensis terranovensis* found at Hafnará estuary, Borgarfjörður, W-Iceland, February 28th 2021. Ljósmynd/Photo: Guðni M. Eiríksson (mynd a) og/and Karl Gunnarsson (mynd b).

1. tafla. Skrá yfir fundi sindraskelja (*Ensis terranovensis*) á Íslandi á tímabilinu maí 2019 til júlí 2022 ásamt mæliniðurstöðum um lengd og breidd skeljanna og um hlutfall lengdar og breiddar. T merkir tómar (dauðar) skeljar og samlokur og F merkir lifandi samlokur. – em merkir ekki mælt. – Register over finds of *Ensis terranovensis* in Iceland over the period May 2019 to July 2022 along with measurements of length, width and length:width ratio. T denotes empty (dead) shells and clams, and F denotes life clams. – nm denotes not measured.

Fundarstaður Location of find	Aðstaður Environment	Minnsti og mesta fjárlægð (m) fundar frá árósi Min and max distance (m) of find from estuary (river)	Fundartími Date of find	Fjöldi skelja og ástand Number of clams and condition	Fjöldi skelja mældur No. of shells mea- sured	Lengd /Length (L, mm)	Breidd / Width (B, mm)	L/B	Finnandi/Heimild Found by/Reference
Við Naustanes, innst í Kollafirði	Tómar skeljar á fínum sandleir ofan flóðmarka <i>Empty shells on fine, sandy sediment</i>	Kollafjarðará og Flóalækur, 0–100 m	20.05.19	Nokkrar / Few T	2	≤130	em / nm	em / nm	Þorbjörg Gígja
Bilkastaðanes, Leiruvogi	Lifandi samlokur, lausar í malarfjöru ofan flóðmarka <i>Life clams lying on rocky shore</i>	Úlfarsá, 500–700 m	23.02.20	2 F	2*	150–200*	em / nm	em / nm	Jónas Pétur Aðalsteinsson
Við Naustanes, innst í Kollafirði	Tómar skeljar á fínum sandleir ofan flóðmarka <i>Empty shells on fine, sandy sediment</i>	Kollafjarðará og Flóalækur, 0–100 m	26.03.20	Nokkrar / Few T	1	165	em / nm	em / nm	Þorbjörg Gígja
Helguvík, við ós Bláskeggsár, Hvalfirði	Tómar skeljar saman á sandbotni við flóðmörk <i>Empty, single shells on sandy bottom</i>	Bláskeggsá, 5–30 m	31.12.20	4–5 T	1	91	15	6,1	Finnur J. Malmquist
Helguvík, við ós Bláskeggsár, Hvalfirði	Tómar samlokur á sandbotni við flóðmörk <i>Empty, whole shells on sandy bottom</i>	Bláskeggsá, 5–30 m	27.02.21	2 T	1	90	15	6,0	Davíð Gíslason
Við ós Hafnarár við Höfn, Borgarfirði	Lifandi samloka á grófri sandfjörðu <i>Life clam on coarse sandy bottom</i>	Hafnarár, 50 m	28.02.21	1 F	1	73	11	6,6	Guðni M. Eiríksson
Helguvík, við ós Bláskeggsár, Hvalfirði	Tómar skeljar á sandi <i>Empty shells on sandy sediment</i>	Bláskeggsá, 30–300 m	01.03.21	2 T	1	95	16	5,9	Karl Gunnarsson
Við ós Hafnarár við Höfn, Borgarfirði	Lifandi samloka á sandfjörðu <i>Life clam on sandy bottom</i>	Hafnarár, 700 m	30.03.21	1 F	1	134	22	6,1	Sindri Gíslason o.fl. 2022
Helguvík, við Hvalveiststöð, Hvalfirði	Lifandi samlokur í settfjörðu <i>Life clams in soft sediment</i>	Ketilhuslækur 20–130 m	30.03.21	131 F	131	15–68	3–11	5,9	Sindri Gíslason o.fl. 2023
Bilkastaðanes, Leiruvogi	Lifandi og tómar skeljar lágu í malarfjörðu <i>Life and empty shells on rocky shore</i>	Úlfarsá, 500–700 m	09.02.22	4 F/14 T	18	60–156	9–27	6,1	Jónas Pétur Aðalsteinsson
Við Naustanes, innst í Kollafirði	Lifandi og tómar skeljar á fínun sandleir ofan flóðmarka <i>Life and empty clams on fine, sandy sediment</i>	Kollafjarðará og Flóalækur, 0–100 m	02.04.22	51 F / 71 T	113	10–113	2–18	6,2	Sindri Gíslason o.fl. 2023
Á Bjarteyarsandi, Hvalfirði	Tómar skeljar á sandbotni (ca. 2 m dýpi) <i>Empty shells on sandy bottom (ca. 2 m depth)</i>	Bjarteyjarsandslækur, 200 m	14.05.22	4 T	4–5*	60–140*	em / nm	em / nm	Margrét Rósa Jochumsdóttir
Við Gerðatanga, Brynjúðalsvogi, Hvalfirði	Tómar skeljar á fínun sandleiru <i>Empty shells on sandy sediment</i>	Brynjúðalsá, 300–500 m	15.05.22	9 T	1	90	15	6,0	Margrét Rósa Jochumsdóttir
Við skerið Hólm- hjalta, Laxárvogi, Hvalfirði	Lifandi og tómar samlokur á sand- og malarbotni <i>Life and empty whole shells on sandy and rocky bottom</i>	Brandislækur, 230 m	Júlí/July 2022	2 F/8 T	10	21–99	3–17	6,0	Karl Gunnarsson

* Ekki mælt heldur ágískað.



5. mynd a og b. Lifandi sindraskel í ós Hafnarár undir Hafnarfjalli í Borgarfirði í mars 2021. Myndin hér að ofan sýnir dæmigerða stöðu sindraskelar í sendinni fjöru; hún stendur upp á endann í setinu með afturendann að nokkru upp úr (Sindri Gíslason o.fl. 2023, óbirt gögn). – Life *Ensis terranovensis* found in March 2021 in the Hafnará estuary, Borgarfjörður fjord, SW-Iceland. Ljósmynd/Photo: Sindri Gíslason.

Lifandi eintök sem safnað var í þessu verkefni fundust aðallega neðan til í fjöru nálægt stórstraumsmörkum. Í innanverðum Faxaflóa er munur flóðs og fjöru að meðaltali 3,8 m þegar stór-streymt er.¹¹ Í apríl 2021 var gerð tilraun til að athuga hve djúpt skeljarnar lifa neðan fjöru og kafað meðfram ströndinni við ós Bláskeggsár í Hvalfirði, en mikið rót af botni og lélegt rýni kom í veg fyrir að árangur næðist.

Aðrar tegundir af ífánusamlökum sem fundust með sindraskeljum, þ.e. samlokum sem lifa niðurgrafnar í botnsseti líkt og sindraskelin, voru einkum sandskel (*Mya arenaria*, Linnaeus 1758), hjartaskel (*Cerastoderma edule*, (Linnaeus 1758)) og kúskel (*Arctica islandica*, (Linnaeus 1767)). Auk þess var kræklingur (*Mytilus edulis*, Linnaeus 1758), sem er áfánutegund og lifir ofan á botni, algengur á nær öllum fundarstöðum sindraskeljanna.

Lögun, stærð og útlit

Útlitseinkenni skeljanna renna frekari stöðum undir niðurstöður DNA-radgreininganna, einkum hlutfallið milli

mestu lengdar og breiddar ásamt lengd og stað örsins eftir aftari samdráttarvöðva (6. mynd a).²

Sindraskeljar eru eins og flestar hnífskeljar fremur beinvaxnar en jafnan eilítið sveigðar eða bjúglaga. Þær eru mjóar, þunnvaxnar og um sex sinnum lengri en breiddin (6. mynd, 1. tafla). Samlokann er opin í báða enda og er framendinn eilítið rúnnaður en afturendinn þverstýfður.

Skeljarnar hanga saman á tenntum hjörum og svokölluðum tengslum. Tengslin eru afar sterk og teygjanleg liðbönd á innan- og framanverðu dýrinu kviðlægt. Á hjörum vinstri skeljar er ein lárétt og ein lóðrétt griptönn en á hjörum hægri skeljar eru samsvarandi tennur sem mynda grópir þannig að skeljarnar leggjast þétt saman.

Lengd íslensku skeljanna var á bilinu 10–200 mm og breiddin 2–27 mm (1. tafla). Hlutfallið milli lengdar og breiddar (L:B), sem notað er við í tegundagreiningu hnífskelja, var á bilinu 5,9–6,6 og að meðaltali 6,1 (staðalfrávik = 0,20, fjöldi = 10). Til samanburðar mældist L:B-hlutfallið hjá sindraskel við Nýfundnaland á

bilinu 4,8–7,2 og að meðaltali 5,6 (staðalfrávik = 0,5, fjöldi = 26).³ Framangreind gildi eru á svipuðu róli og mæld hafa verið fyrir tegundina *E. leei* Huber, 2015, sem er náskyld sindraskel.^{12,3} Tegundirnar eru raunar nauðalíkar og erfitt að greina á milli þeirra.

Að innanverðu þekktist sindraskelin yfirleitt frá öðrum hnífskeljum á því að örið eftir fremri samdráttarvöðvann er jafnan ívið lengra en tengslin, en aldrei styttra (6. mynd b). Þetta ör er ennfremur mjótt að framan en breikkar aftur eftir. Annað mikilvægt greiningareinkenni er að bilið milli örsins á aftari samdráttarvöðva (e. posterior adductor muscle scar) og örsins eftir möttulbuginn (e. pallial sinus scar) (lengd b, 6. mynd b) er að jafnaði meira en tvöfalt og allt að fjórfalt lengra á sindraskeljum en öðrum hnífskeljum af sömu stærð.^{3,12} Þá er hlutfallið milli breiddar skeljar (B) og lengdarbilsins b (B:b) iðulega nálægt 1 og ávallt minna en 2 hjá sindraskel en á bilinu 2–4 hjá skyldum tegundum, þar á meðal tegundinni *E. leei*. Enn eitt greiningareinkennið er að á sindraskel, ólíkt öðrum hnífskeljum, er lengd bilsins



5. mynd b.

milli örsins eftir aftari samdráttarvöðva og örsins eftir möttulbuginn (lengd b) ávallt meiri en lengd örsins eftir aftari samdráttarvöðvann (lengd a). Þá er möttulbugur sindraskeljar oft S-laga og ósamhverfari en á öðrum hnífskeljum.

Hýðið á sindraskeljunum sem fundust lifandi var gulbrúnt eða brúnlitt og hið sama átti að mestu leyti við um hýðið á tómunum skeljum. Á sumum skeljnum var hýðið farið að losna af (5. mynd a og b).

UMRÆÐUR

Nýr landnemi á Íslandi

Fundur lifandi sindraskelja (*Ensis terranovensis*) árið 2020 í Leiruvogi og árið 2021 við Hafnará í Borgarfirði og í Helgúvík í Hvalfirði staðfesta í fyrsta skipti tilvist þessarar tegundar á Íslandi. Um er að ræða nýjan landnema sem bæst hefur við skeldýrafánu landsins af flokki samlokna (Bivalvia), nú 180 tegundir.¹³ Fundur tegundarinnar hér á landi er jafnframt fyrsti fundur hennar utan náttúrulegra heimkynna, sem eru við Nýfundnaland. Þar fannst hún fyrst árið 2007.³

Höfundar hafa eins og áður segir gefið tegundinni íslenska heitið sindraskel (*E. terranovensis*). Hún tilheyrir ættinni Pharidae¹⁴ og ættkvíslinni *Ensis*, sem við köllum hnífskeljar. Hnífskeljarafnið skírskotar til lögunar dýrsins og beitra skeljarrandanna, en samlokna líkist óneitanlega rakhníf sem auðveldlega má skera sig á. Skeljar sem tilheyra ættkvíslinni *Ensis* eru nefndar „razor clam“ á ensku, „knivmusling“ á dönsku, „Schwertmuschel“ á þýsku, „coquille couteau“ á frönsku og „navaja“ á spænsku. Öll þessi heiti vísa til eggvopna.

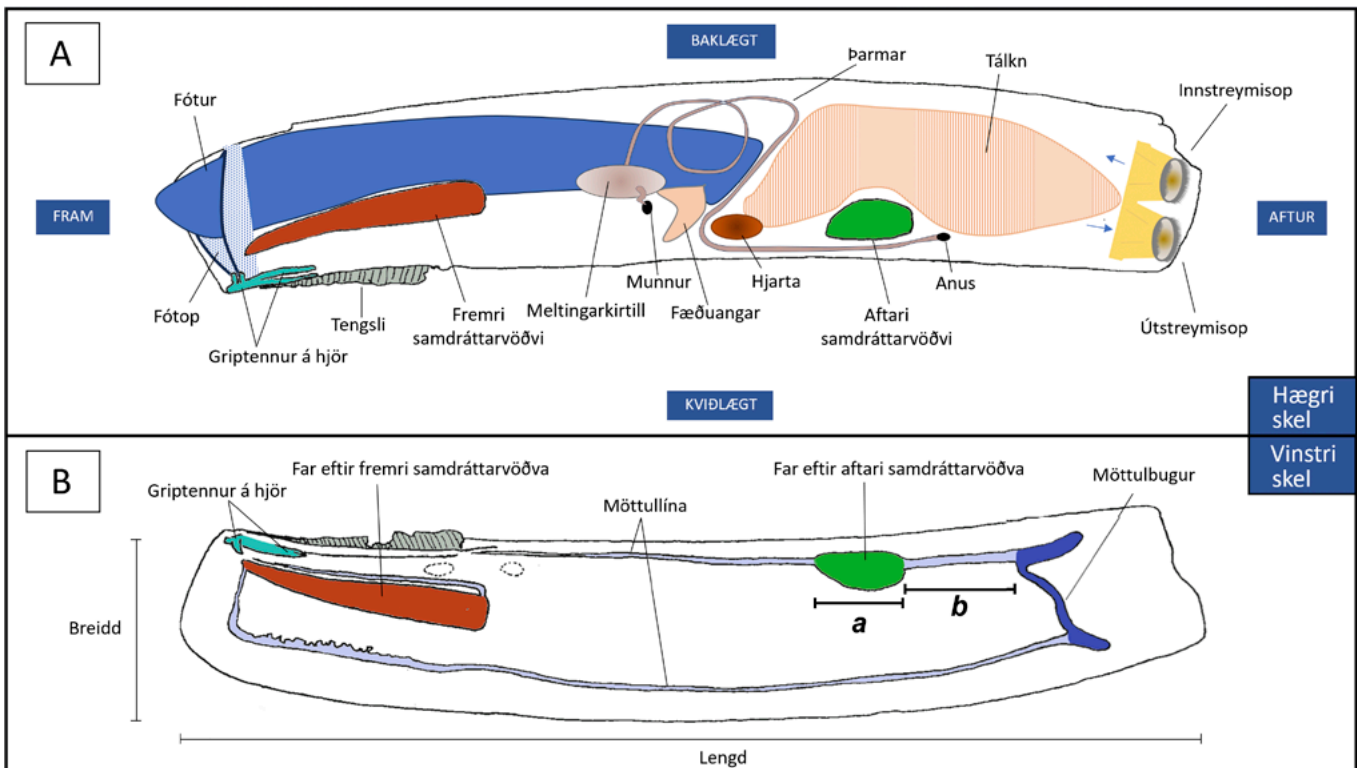
Í norðanverðu Atlantshafi Evrópumegin eru þekktar fimm tegundir hnífskelja sem eiga þar náttúruleg heimkynni. Þær eru *Ensis ensis* (Linnaeus 1758), *E. magna* (fáfnisskel), *E. minor* (Chenu 1843) og *E. siliqua* (Linnaeus 1758). Þrjár aðrar tegundir, *E. terranovensis*, *E. leei* og *E. megistua coseli* Vierna, 2014, eiga náttúruleg heimkynni í vesturhluta Atlanshafs Ameríkumegin. Flestar tegundirnar eru líkar og erfitt getur verið að greina þær að innbyrðis.

Efundan er skilinn fundur fáfnisskeljanna austur í Lónsvík á sindraskelin engan sinn líka hér á landi hvað varðar

mjóslegna lögun og stærð. Hnífskeljar þykja hnossgæti og eru víða eftirsóttar til matseldar. Margir tína þær á fjöru og stundum fást innfluttar hnífskeljar jafnvel í matvöruverslunum í Reykjavík.

Útbreiðsla sindraskelja og fleiri sjávarlífvera

Eins og að framan er getið er Ísland eina landið þar sem sindraskel hefur fundist utan náttúrulegu heimkynna við Nýfundnaland. Um 2.500 km skilja eyjarnar að og það er afar ólíklegt að lifur skeljarinnar hafi borist lifandi hingað til lands með hafstraumum. Flutningur lifna með hafstraumum frá Kanada myndi taka um 600 daga¹⁵ og er það langtími lengri tími en nemur líftíma svíflægs lifrustigs hnífskeljar. Þar sem ekki er þekkt hve lengi lifrustig sindraskeljar varir má til viðmiðunar nefna að lifrustig systurtegundarinnar *E. leei* varir í 17 til 27 daga.¹² Allar líkur eru hins vegar á að tegundin hafi borist til landsins sem lifur í kjölfestuvatni flutningaskipa, líkt og talið er að hafi átt sér stað um aðra tiltölulega nýja landnema hér á landi. Þar má nefna hjartaskel og sandskel, auk ýmissa þör-



6. mynd. Innri gerð sindraskelja (*Ensis terranovensis*). A. Staðsetning helstu líffæra. B. Ör (fór) eftir möttul og vöðvafestur ásamt mælíbreytum a og b sem notaðar eru við tegundargreiningu hnífskelja. – A. Inner shell organs; B. positions of scars and measurement dimensions (a and b, see text) of *Ensis terranovensis*. Teikning/Drawing: Sindri Gíslason.

ungategunda, grjótkrabba (*Cancer irroratus*, Say 1817), sandrækju (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758)) og fleiri krabbadýra.^{14,15} Flestir hinna nýju landnema eru taldir hafa borist hingað frá Evrópu, þó ekki grjótkrabbi sem á náttúruleg heimkynni við strendur Norður-Ameríku.¹⁴

Við þetta má bæta að í skeljasafni Petru Sveinsdóttur á Stöðvarfirði eru þrjár misstórir helmingar af hnífskeljum sem tilheyra líklegast þremur einstaklingum (7. mynd). Sagnir herma meðal sjómanna og staðkunnugra á Stöðvarfirði (Þórkatla Jónsdóttir munnl. uppl., Sveinn Jónsson munnl. uppl.) að skeljarnar hafi komið upp með línu, sumar a.m.k. lifandi og áfastar beitunni á krókunum, við svokallaða Hvítunga sem eru þekkt fiskimið um 5 km austur af Hvalnesi við Eystra-Horn. Þetta hafi gerst í kringum 1960. Þessar upplýsingar eru athyglisverðar, ekki síst með tilliti til fáfnisskeljanna sem fundust árið 1957 í Hvalnesfjöru tiltölulega skammt frá Hvítungum.

Auk hnífskeljanna í safni Petru er í lindýrasafni Flensborgarskóla í Hafnarfirði eintak af hnífskel innan um íslenskar samlokur og kuðunga og fylgir skelinni

merkimiði sem á stendur „Fáfnisskel“ (8. mynd). Því miður liggja ekki fyrir óhrekjanlegar upplýsingar um hvaðan skelin er komin eða hvenær hún barst til landsins. Ekki er útilokað að þessum skeljum hafi verið safnað erlendis, líkt og hnífskeljum sem vitað er um í safnkosti Valsárskóla í Svalbarðsstrandahreppi, Eyjafirði (Hilmar J. Malmquist, munnl. uppl.).

Athyglisvert er að hnífskeljar hafa fundist sem steingervingar hér á landi í fornum sjávarsetlögum frá plíósen, þ.e. frá því fyrir um 2,6–5,3 milljónum ára (9. mynd).¹⁶ Hnífskeljarnar sem um ræðir eru tegundin *E. ensis* sem nú er útbreidd við strendur Evrópu, frá suðurhluta Noregs allt suður til Miðjarðarhafs og Svartahafs í austri. Hnífskeljarnar steingærðu hafa fundist bæði í svokölluðum tígulskeljalögum (Hringversmyndun) og krókskeljalögum (Tungukambsmýndun) á Tjörnesi.¹⁶

Á þeim tíma sem *E. ensis* þreifst hér við land á plíósen var sjór öllu hlýrri en verið hefur lengst af síðan.^{16,17,18} Það er fyrst nú á okkar tímum sem sjór við landið hefur aftur náð sjávarhita sem svipar til þess sem var á blómaskeiði *E. ensis* við Ísland.^{18,19,20}

Búsvæði og lífshættir

Allir fimm fundarstaðir lifandi sindraskelja sem greint er frá í þessari rannsókn og sumir fundarstaðir tómrar skelja voru á sendnum leirum, vistgerð sem fellur undir svokallaðar setfjörur samkvæmt hinu samevrópska EUNIS-flokkunarkerfi fyrir vistgerðir.²¹ Leirur myndast oftast þar sem gott skjól er fyrir úthafsöldunni, svo sem innanlega í fjörðum og við árósa þar sem framburður af fingerðu efni er umtalsverður.²² Leirur eru búns algengar á Íslandi, en þær þekja um 175 km² eða nær 40% af heildarþekju allra fjara landsins (um 420 km²).²¹ Um 70 km² af leirum eru við Faxaflóa, sem svarar til 40% af öllum leirum landsins, þar með talið í Hvalfirði og Borgarfirði þar sem fundarstaðir sindraskeljanna eru.

Nálægð fundarstaða sindraskeljar við árósa gefur til kynna að kjörbúsvæði þeirra kunni að vera þar sem áhrifa ferskvatnsinnstreymis gættir, þ.e. þar sem seltustig er lægra en í fullsöltum sjó og hitafar annað. Framburður næringar- og snefilefna með ferskvatninu gæti einnig haft áhrif á fæðuframboð fyrir skeljarnar. Samlokur eru síarar og lifa fyrst og fremst á plöntusvifi. Korna-



7. mynd. Hnífskeljar í safnkosti Petru Sveinsdóttur á Stöðvarfirði. Taldar hafa komið upp á línuveiðum um 1960 við Hvítunga austur af Hvalnesi, Eystra-Horni. – Razor clams in the private collection of Petra Sveinsdóttir, at Stöðvarfjörður, E-Iceland. The origin is ambiguous, but possibly acquired as bycatch during longline fishing. Ljósmynd/Photo: Unnur Sveinsdóttir

stærð fastra efna í árósunum sem berast til sjávar með ánum gæti einnig skipt máli fyrir búsetu sindraskeljanna.

Sindraskeljarnar við Nýfundnaland voru á 15–30 cm dýpi undir yfirborði botnsetsins, í blöndu af leir, sandi og skeljamulningi.³ Um gerð búsvæðis sem dýrin hafa fundist á falla lýsingarnar frá Nýfundnalandi vel að niðurstöðum okkar. Dýpi er aftur á móti erfitt að bera saman þar sem upplýsingar eru af skornum skammti. Við Nýfundnaland var skeljunum safnað á 6–11 m botndýpi en hér hefur sindraskel einungis verið safnað í fjöru. Það væri því áhugavert að afla ýtarlegri gagna um þennan þátt í líffræði skeljanna.

Kjörbúsvæði og lifnaðarháttum sindraskeljar svipar til þess sem þekkt er meðal tegundarinnar *E. lei*, sem er henni náskyld. Á Nýfundnalandi lifa þessar tegundir hvor innan um aðra (Philip Sargent, munnl. uppl.). Tegundin *E. lei* er einnig norðuramerísk að uppruna en hefur tekið sér bólfestu í Evrópu og er talin hafa borist þangað með kjölfestuvatni skipa um miðjan áttunda áratug síðustu aldar.²³ *E. lei* er einna mest rann-

sökuð af hnífskeljum, ekki síst í Evrópu þar sem hún hefur verið skilgreind sem ágeng tegund.^{24,25} Hún hefur breiðst hratt út, allt frá Suður-Noregi umhverfis Bretlandseyjar og til Biskajafloa og í sumum tilvikum rutt öðrum tegundum samloka úr vegi.²³ Kjörbúsvæði *E. lei* er neðan fjörumarka, á 5–25 m dýpi, jafnan þar sem botn hallar fremur lítið og straumar eru ekki sterkir. Gerð botnsins er nokkuð fjölbreytt, eins og hjá sindraskelinni, en *E. lei* finnst þó aðallega þar sem botn er fremur sendinn, fingerður og jafnvel leirkenndur.²³ Þá þrífst hún vel í árósum jafnt sem fullsöltum sjó, þ.e. þar sem selta er á bilinu 7–35.²⁶

Botn sem er fremur laus í sér hentar dýrunum einkar vel þar eð þau hafast jafnan við niðurgrafin í botnsetinu. Sem fyrr segir standa samlokurnar upp á endann á kafi í setinu þannig að aðeins glittir í tvö op, inn- og útstreymisop sem dýrið notar til að taka inn sjó með næringu og súrefni og dæla frá sér úrgangi.²⁷ Vitað er að *E. lei* getur grafið sig niður á allt að 50 cm dýpi. Skelin er snör í snúnungum og grefur sig eldsnöggt niður ef hún er áreitt eða verður vör við hættu.

Stór og aflmikill fótvöðvinn er notaður til að grafa sig upp og niður, en skelin getur einnig ferðast um ofan á botninum og skýst þá um í rykkjum með aðstoð fótansins og útstreymisrörsins.²⁷

Um lífssögu

Í þessari rannsókn voru sindraskeljar ekki aldursgreindar og bíður það betri tíma. Ef gert er ráð fyrir að sindraskeljar hér á landi hafi svipaðan vaxtarferil og ættingi þeirra, *E. lei* í Norðursjónum sem vex fyrstu tvö árin um 2–3 cm á ári en síðan hægar,^{26,28} gætu stærstu eintökin hér á landi verið um tíu ára. Þær íslensku kunna hugsanlega að vera eldri þar eð sjór er kaldari hér og vöxtur því líklega hægari. Ef rétt reynist hafa stærstu skeljarnar sem við höfum undir höndum klakist hér við land í kringum árið 2010.

Einstaklingar af tegundinni *E. lei* verða flestir kynþroska strax á fyrsta ári.^{11,22} Ef slíkt hið sama á við um sindraskelina má ætla að minnstu eintökin sem fundust í Helgufvík í Hvalfirði í apríl 2021 (1,5–2,0 cm) hafi verið eins árs og jafnvel kynþroska. Almenn t fer æxlun hnífskelja þannig fram að

karldýrin losa sæði út í sjóinn og sáðfrumurnar berast inn í kvendýrin um innstremisrörið.²³ Eftir að egginn klekjast berst lirfan út úr kvendýrinu og við tekur sviflægt lirfustig sem getur varað í um 10–30 daga hjá *E. leei*.²³

Hnífskeljar verða bæði tiltölulega stórar og langlífur, en það er þó breytilegt eftir tegundum. Stærstu sindraskeljarnar í þessari rannsókn voru nær 20 cm, en sú stærsta sem við höfum vitneskju um frá Nýfundnalandi var 17 cm.³ Til samanburðar verður *E. leei* allt að 23 cm á lengd og 20 ára við austurströnd Norður-Ameríku¹² en í Evrópu verða þær stærstar um 19 cm og um 12 ára.^{23, 28}

Nýir landnemar og áhrif á lífríki

Flutningur sjávarlífvera af mannavöldum út fyrir náttúruleg heimkynni sín og inn á ný svæði verður sífellt algengari.^{29–31} Til Íslands er talið að aðfluttar sjávarlífverur hafi oftast borist með kjölvatni skipa eða áfastar skips-skrokkum.^{15,32–34} Sennilegast verður að telja að sindraskeljar hafi borist til landsins sem lirfur með kjölvatni flutningaskipa frá austurströnd Norður-Ameríku, sem síðan hefur verið losað í strandsjóinn við Suðvesturland. Með þeim hætti er talið langlíklegast að grjótkrabbinn hafi borist til Íslands.¹⁵ Helstu leiðir flutningaskipa hér við land liggja til hafnanna við Faxaflóann og skipaumferð er mikil frá austurströnd Norður-Ameríku, meðal annars frá Nýfundnalandi.³⁵ Við suðvesturhluta landsins eru aðstæður í sjónum einnig hagstæðar fyrir samlokur, vegna sjávarhita og fæðuframboðs. Þar er sjór jafnan hlýrri en annars staðar við landið

og meiri gróska í lífríkinu.³⁶ Þessar kringumstæður ásamt öðrum hentugum umhverfisskilyrðum við Suðvesturland, á borð við útbreiddar leirur, hafa líklega hjálpað til við landnám sindraskeljarinnar á Íslandi.

Mikilvægt er að fylgjast með útbreiðslu og líffræði sindraskelja á komandi árum með vöktun. Það er vel þekkt að framandi tegundir sem ná að festa sig í sessi á nýjum slóðum geta valdið umtalsverðum breytingum á lífríkinu sem fyrir er. Þetta virðist meðal annars eiga við um landnám hnífskeljarinnar *E. leei* í Evrópu, einkanlega þar sem þéttleiki og lífþyngd dýranna er mikill.^{23,37} Við slíkar aðstæður felast áhrifin meðal annars í fækkun í stofnum tegunda sem fyrir voru og breytingum á búsvæðum þeirra, m.a. með tilliti til kornastærðar, sem aftur hefur leitt til breyttrar tegundasamsetningar í dýrasamfélögunum.²³ Þá virðist tilkoma *E. leei* í Belgíu hafa útrýmt þar upprunalegu tegundinni *E. minor* og svipað virðist hafa átt sér stað með fáfnisskel (*E. magnus*) í Belgíu og Frakklandi, þar sem hún hefur látið undan síga svo um munar eftir landnám *E. leei*.²³

Hér á landi er vitneskja af skornum skammti um áhrif framandi tegunda í sjó á lífríkið sem fyrir er og lítið um þess háttar rannsóknir. Fyrirliggjandi rannsóknir á grjótkrabbna benda til þess að hann hafi verulega neikvæð áhrif á sjávarlífríkið.³⁸ Rannsóknir á landnámi framandi lífvera eru mikilvægar til þess að efla þekkingu á áhrifum aðfluttra sjávarlífvera á lífríkið sem fyrir er. Náttúrustofa Suðvesturlands hefur þegar hafið vöktun á framvindu landnáms sindraskeljar við landið.³⁹



8. mynd. Hnífskel merkt sem fáfnisskel (*Ensis arcuata*) í skeljasafni í Flensborgarskóla, Hafnarfirði. Óvíst er um uppruna samlokunnar. Razor clam denoted as *Ensis arcuata* in a small collection of Icelandic molluscs at Flensborg school, Hafnarfjörður, SW-Iceland. Origin unknown. Ljósmynd/Photo: Hilmar J. Malmquist.



9. mynd. Steingerð hnífskel af tegundinni *Ensis ensis* úr sjávarseti frá Tjörnesi við Skjálfandaflóa. Þegar *E. ensis* lifði hér við land, á pliósen fyrir um 2,6–5,3 milljón árum, var sjór við landið álíka hlýr og nú er. – Fossilised razor clam (*Ensis ensis*) from Pliocene in marine sediments at Tjörnes, NE-Iceland. Ljósmynd/Photo: Einar Þorleifsson.

ENGLISH SUMMARY

Razor clam (*Ensis terranovensís*) – new species found in Icelandic waters

On New Years Eve of 2020 several empty razor clams were found at Bláskeggsá estuary in Hvalfjörður, SW-Iceland. Prior to this find, razor clams were not known in Iceland, except for a find of two empty shells of *E. arcuata* in 1957 at Lónsfjörður bay, E-Iceland. Since 2020, living and dead razor shells have been reported and discovered at several locations in SW- and W-Iceland. In this article we present results of examination of a sub-sample of razor clams we obtained in field trips and that were provided to us by collectors, in all close to 300 shells that were found during May 2019 to July 2022 (1. table).

Molecular analysis, using COI and 16S rRNA markers, verified that the Icelandic specimens belong to the species *Ensis terranovensís*.² Native populations of *E. terranovensís* have, until now, only been reported in Newfoundland, Canada, where they were first discovered in 2012.³ The findings of *E. terranovensís* in Iceland represent thus the first records outside the species native range.

All findings of *E. terranovensís* until now are confined to Faxaflói bay, in sheltered coves and inlets, dominated by sandy bottom and/or muddy flats (2. fig., 1. table). Also, all findings are close to estuaries (at 0–700 m distance)

where freshwater influences the marine littoral habitat (1. table). Other in-fauna mollusc species found along with the razor clams were primarily sand gaper (*Mya arenaria*), common cockle (*Cerastoderma edulis*) and ocean quahog (*Arctica islandica*). An attempt was made to dive and examine depth distribution of life razor clams but it failed because of unfavourable conditions. However, most of the life specimens in the present study were found close to the low tide mark. In inner Faxaflói bay the difference between high and low tide at spring tide is on average 3.8 m.

The razor clams ranged in length between 10–200 mm and 2–27 mm in width (1. table). The length:width ratio, used to aid in species identification, averaged 6.1 (range 5.9–6.6), close to the ratio observed for the species in Newfoundland (average 5.6, range 4.8–7.2).³ The length:width ratio along with total length of shells and length and position of the posterior abductor scar in the Icelandic specimens (1. table, 6. fig.) correspond to same characteristics for the species in Newfoundland.

Age of the razor clams was not determined in this study. However, in comparison to growth rates of the closely related species *E. leei* inhabiting the North Sea with a yearly increment of 2–3 cm in length the first two years but then reducing in growth,^{26,28} we conclude that the largest among the

Icelandic specimens may be at least 10 years of age. If correct, the oldest specimens in our sample would have hatched in Iceland around year 2010.

E. terranovensís has most likely been introduced to Iceland from Newfoundland by discharge of larvae in ballast water, like most known marine non-indigenous species colonizing Icelandic waters in recent years.^{15,32–34} About 2.500 km of open ocean separates Iceland and Newfoundland and larvae of the razor clam is highly unlikely to survive the trip on its own, a journey that would probably take about 600 days.¹⁵

E. terranovensís seems to have established viable spawning populations in SW- and W-Iceland and is likely to spread further around Iceland and gain foothold where conditions are favourable. Warming of the ocean in Iceland²⁰ might also facilitate colonization of the species to the north and east of Iceland.

Future monitoring of the ecology of *E. terranovensís* and other non-indigenous marine species in Icelandic waters is very important, not the least because of impacts the species may have on the native biota, as has been reported e.g. for the introduced razor clam *E. leei* in Europe.^{23,37} The Southwest Iceland Nature Research Centre is already running a monitoring project of this kind.³⁸

ÞAKKIR

Við þökkum Finni J. Malmquist, Guðna Magnúsi Eiríkssyni, Jónasi Pétri Aðalsteinsyni, Hermanni Tönsberg, Þorbjörgu Gígju, Einar Þorleifssyni og Margréti Rósu Jochumsdóttur fyrir að upplýsa okkur um skeljafundi og útvega skeljar og myndir í sumum tilfellum. Þakkar fá einnig Þórkatla Jónsdóttir, Sveinn Jónsson og Unnur Sveinsdóttir fyrir upplýsingar og myndir af hnífskeljum á Stöðvarfirði. Við þökkum jafnframt Philip Sargent hjá DFO, Nýfundnalandi, Kanada, fyrir upplýsingar um tegundina í Kanada, og Erlendi Bogasyni kafara, Raket Sigurveigu Kristjánsdóttur, Eygló Rós Gísladóttur, Sæunni Júlíu Sigurjónsdóttur, Önnu Báru Másdóttur, Ólafi Páli Jónssyni og Louise Faure kærlega fyrir aðstoð á vettvangi.

HEIMILDIR

- Ingimar Óskarsson 1969. Hefur nýr borgari bætzt í hóp íslenskra lindýra? Náttúrufræðingurinn 38(3-4). 199-201. (English summary).
- Karl Gunnarsson, Sæmundur Sveinsson, Davíð Gíslason, Hilmar J. Malmquist, Joana Michael & Sindri Gíslason 2023. Mollusc on the move; First record of the Newfoundland's razor clam, *Ensis terranovensis* Vierna & Martínez-Lage, 2012 (Mollusca; Pharidae) outside its native range. *BioInvasions Records* 12(3). 765-774.
- Vierna, J., Jensen, K.T., González-Tizón, A.M. & Martínez-Lage, A. 2012. Population genetic analysis of *Ensis directus* unveils high genetic variation in the introduced range and reveals a new species from the NW Atlantic. *Marine Biology* 159(10). 2209-2227. <https://doi.org/10.1007/s00227-012-2006-6>
- Vierna, J., Cuperus, J., Martínez-Lage, A., Jansen, J.M., Perina, A., Van Pelt, H. & González-Tizón, A.M. 2014. Species delimitation and DNA barcoding of Atlantic *Ensis* (Bivalvia, Pharidae). *Zoologica Scripta* 43(2). 161-171. <https://doi.org/10.1111/zsc.12038>
- Eddukvæði. 2014. Útg. Jónas Kristjánsson og Vésteinn Ólason, Hið ísl. fornritafélag, Reykjavík. - Í fyrriparti 36. vísu Völuspár (Konungsbókar) segir: Stóð fyr norðan / á Niðavöllum / salur úr gulli / Sindra ættar ... (I, 300).
- Hilmar J. Malmquist, Karl Gunnarsson, Davíð Gíslason, Sindri Gíslason, Mícael, J. & Sæmundur Sveinsson 2021. Nýr landnemi meðal lindýra; Sindraskel (*Ensis terranovensis*, Vierna & Martínez-Lage, 2012) finnst við Suðvesturland. Erindi flutt á Líffræðiráðstefnunni 2021. Ágrip E8. Slóð: https://biologia.is/files/agrip_2021/E8.html
- Nýr landnemi í náttúru Íslands 2021 (15.10.). DV.is. Slóð (skoðað 9.2. 2024): <https://www.dv.is/frettir/2021/10/15/nyr-landnemi-natturu-islands/>
- Sindraskel nýr landnemi 2021 (15.10.). Mbl.is. Slóð (skoðað 9.2. 2024): https://www.mbl.is/frettir/taekni/2021/10/15/sindraskel_nyr_landnemi
- Bjarni Rúnarsson 2021 (15.10.). Sindraskel nýjasti landneminn á Íslandi. RUV.is. Slóð (skoðað 9.2. 2024): <https://www.ruv.is/frettir/innlent/2021-10-15-sindraskel-nyjasti-landneminn-a-islandi>
- Landhelgisgæsla Íslands 2021. Sjávarfallatöflur 2021. Landhelgisgæsla Íslands, Reykjavík.
- von Cosel, R. 2009. The razor shells of the eastern Atlantic, part 2. Pharidae II: the genus *Ensis* Schumacher, 1817 (Bivalvia, Solenoidea). *Basteria* 73. 9-56.
- Botndýragrunnur 2023. Gagnasafn um botnlægar tegundir sjávardýra á Íslandsmiðum á vegum Hafrannsóknastofnunar, Náttúrufræðistofnunar Íslands og Líffræðistofnunar Háskóla Íslands.
- MolluscaBase 2023. *Ensis* Schumacher, 1817. Á vefsetri WORMS, World Register of Marine Species. Slóð (skoðað 15.10. 2023): <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=138333>
- Óskar Sindri Gíslason, Halldór P. Halldórsson, Marín F. Pálsson, Snæbjörn Pálsson, Brynhildur Davíðsdóttir & Jörundur Svavarsson 2014. Invasion of the Atlantic rock crab *Cancer irroratus* at high latitudes. *Biological Invasions* 16. 1865-1877. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0632-7>
- Karl Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir & Óskar Sindri Gíslason 2015. Framandi sjávarlífverur við Ísland. Náttúrufræðingurinn 85(1-2). 4-14. (English summary).
- Leifur Á. Simonarson & Jón Eiríksson 2021. Systematic overview of the Pliocene molluscs and barnacles of the Barmur group on Tjörnes, North Iceland. *Bls.* 237-441 í: *Pacific-Atlantic mollusc migration: Pliocene inter-ocean gateway archives* on Tjörnes, North Iceland (ritstj. Jón Eiríksson & Leifur Á. Simonarson). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-030-59663-7
- Þorleifur Einarsson 1994. Myndun og mótun lands. Mál og menning, Reykjavík. 301 bls.
- Buchardt, B. & Leifur Á. Simonarson 2003. Isotope palaeotemperatures from the Tjörnes beds in Iceland: Evidence of Pliocene cooling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 189. 71-95. doi:10.1016/S0031-0182(02)00594-1
- Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson & Trausti Jónsson 2018. Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi. Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar. Veðurstofa Íslands, Reykjavík. 235 bls.
- Gunnhildur I. Georgsdóttir, Karl Gunnarsson, Sigríður Kristinsdóttir & Guðmundur Guðmundsson 2016. Vistgerðir í fjöru. *Bls.* 214-269 í: *Vistgerðir á Íslandi* (ritstj. Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir & María Harðardóttir). Náttúrufræðistofnun Íslands (fjölrit nr. 54), Reykjavík. 299 bls. (Rafræn útgáfa leiðrétt í september 2017).
- Agnar Ingólfsson 2006. The intertidal seashore of Iceland and its animal communities. *Zoology of Iceland* 7(1). Zoological Museum, Kaupmannahöfn. 85 bls.
- Gollasch, S., Kerckhof, F., Craeymeersch, J., Gouilletquer, P., Jensen, K., Jelmert, A. & Minchin, D. 2015. Alien Species Alert: *Ensis directus*. Current status of invasions by the marine bivalve *Ensis directus*. ICES Cooperative Research Report 323. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.5491>
- Houziaux, J.-S., Craeymeersch, J., Merckx, B., Kerckhof, F., Van Lancker, V., Courtens, W., Stienen, E., Perdon, J., Goudswaard, P.C., Van Hoey, G., Vigin, L., Hostens, K., Vincx, M. & Degraer, S. 2011. 'EnSIS' - Ecosystem Sensitivity to Invasive Species. Final Report. Brussels: Belgian Science Policy Office 2012 - Research Programme Science for a Sustainable Development. 105 bls.
- Minchin, D., Cook, E.J. & Clark, P.F. 2013. A list of alien brackish and marine British species. *Aquatic Invasions* 8(1). 3-19.
- Beukema, J.J. & Dekker, R. 1995. Dynamics and growth of a recent invader into European coastal waters: The American razor clam, *Ensis directus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 75(2). 351-362.
- Swennen, C., Leopold, M.F. & Stock, M. 1985. Notes on growth and behaviour of the American razor clam *Ensis directus* in the Wadden Sea and the predation on it by birds. *Helgolander Meeresuntersuchungen* 39. 255-261.
- Witbaard, R., Duineveld, G.C.A., Bergman, M.J.N., Witte, H.I.J., Groot, L. & Rozenmeijer, M.J.C. 2015. The growth and dynamics of *Ensis directus* in the near-shore Dutch coastal zone of the North Sea. *Journal of Sea Research* 95. 95-105.
- Galil, B.S., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A., Minchin, D., Narš-ius, A., Ojaveer, H. & Olenin, S. 2014. International arrivals: Widespread bio-invasions in European seas. *Ethology, Ecology & Evolution* 26. 152-171. <http://dx.doi.org/10.1080/03949370.2014.897651>
- Geburzi, J.C. & McCarthy, M.L. 2018. How do they do it? - Understanding the success of marine invasive species. *Bls.* 109-124 í: *YOU MARES 8 - Oceans across boundaries: Learning from each other* (ritstj. S. Jungblut, V. Liebich & M. Bode). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93284-2_8
- Boudouresque, C.-F., Blanfuné, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Perret-Boudouresque, M. & Thibaut, T. 2020. Impacts of marine and lagoon aquaculture on macrophytes in Mediterranean benthic ecosystems. *Frontiers in Marine Science* 7 (218). <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00218>
- Ramos-Esplá, A.A., Mícael, J., Halldór P. Halldórsson & Sindri Gíslason 2020. Iceland: A laboratory for non-indigenous ascidians. *BioInvasions Records* 9(3). 450-460. <https://doi.org/10.3391/bir.2020.9.3.01>
- Mícael, J., Rodrigues, P. & Sindri Gíslason 2021. Native vs. non-indigenous macroalgae in Iceland: The state of knowledge. *Regional Studies in Marine Science* 47. 101944.
- Mícael, J., Ramos-Esplá, A.A., Rodrigues, P. & Sindri Gíslason 2022. Recent spread of non-indigenous ascidians (Chordata: Tunicata) in Icelandic harbours. *Marine Biology Research* 18(9-10). 566-576. doi: 10.1080/17451000.2023.2176882
- Guðmundur Magnússon 1998. Eimskip frá upphafi til nútíma I. Eimskipafélag Íslands, Reykjavík. 424 bls.
- Guðmundur J. Óskarsson (ritstj.). 2021. Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næsta áratuga. Hafrannsóknastofnun (Haf- og vatnarannsóknir, HV 2021-14), Reykjavík. 126 bls.
- Tulp, I., Craeymeersch, J., Leopold, M., van Damme, C., Fey, F. & Verdaat, H. 2010. The role of the invasive bivalve *Ensis directus* as food source for fish and birds in the Dutch coastal zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 90. 116-128.
- Sindri Gíslason, Snæbjörn Pálsson, Jónas P. Jónsson, Hermann Dreki Guls, Jörundur Svavarsson & Halldór P. Halldórsson 2021. Population dynamics of three brachyuran crab species (Decapoda) in Icelandic waters: Impact of recent colonization of the Atlantic rock crab (*Cancer irroratus*). *ICES Journal of Marine Science* 78(2). 534-544. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa059>
- Sindri Gíslason 2023. Sindraskel við Ísland. Á vefsetri Náttúrustofu Suðvesturlands. Slóð (skoðað 13.2. 2014): <https://www.natturustofa.is/sindraskel.html>

UM HÖFUNDA



Hilmar J. Malmquist (f. 1957) lauk BS-prófi í líffræði við Háskóla Íslands 1982, BS-framhaldsnámi (eins árs) í líffræði við sama skóla 1983, MS-prófi í vatnalíffræði við Hafnarháskóla 1989 og PhD-prófi í vatnavistfræði við sama skóla 1992. Auk stjórnunarstarfa hefur Hilmar aðallega sinnt rannsóknum í vatnavistfræði, einkum á árunum 1992–2013, þegar hann veitti forstöðu Náttúrufræðistofu Kópavogs. Í seinni tíð hefur Hilmar einnig sinnt rannsóknum í fornlíffræði. Í september 2013 var Hilmar skipaður forstöðumaður Náttúruminjasafns Íslands, áfram haustið 2018 og enn haustið 2023.

Hilmar J. Malmquist | Náttúruminjasafni Íslands
Suðurlandsbraut 24, 108 Reykjavík
hilmar.j.malmquist@nmsi.is



Karl Gunnarsson (f. 1950) lauk BS-prófi í líffræði við Háskóla Íslands og doktorsprófi í sjávarlíffræði við Parísarháskóla. Karl starfar á Hafrannsóknastofnun við rannsóknir á fjöru- og grunnsevislífverum, einkum þörungum.

Karl Gunnarsson | Hafrannsóknastofnun
Fornubúðum 5, 220 Hafnarfirði
karl.gunnarsson@hafogvatn.is



Davíð Gíslason (f. 1963) lauk BS-prófi í líffræði við Háskóla Íslands og eins árs framhaldsnámi í líffræði við sama skóla, meistaraþrófi í stofnerfðafræði og doktorsprófi í vistfræði við háskólann í Guelph, Kanada. Davíð starfar á Mátis, einkum við rannsóknir á stofngerð fiska.

Davíð Gíslason | Mátis
Vínlandsleið 12, 113 Reykjavík
davidg@matis.is



Sæmundur Sveinsson (f. 1984) lauk BS-prófi í líffræði við Háskóla Íslands 2007, meistaraþrófi í plöntuerfðafræði við sama skóla 2009 og doktorsprófi í plöntuerfðafræði við British Columbia-háskólann í Vancouver, Kanada, 2014. Sæmundur starfar sem fagstjóri í erfðagreiningum á Mátis.

Sæmundur Sveinsson | Mátis
Vínlandsleið 12, 113 Reykjavík
saemundurs@matis.is



Joana Micael (f. 1979) lauk BS-prófi í sjávarlíffræði við háskólann á Asoreyjum 2003, meistaraþrófi við háskólann í Porto 2006 og doktorsprófi við háskólann á Asoreyjum 2011. Joana starfar sem sérfræðingur á Náttúrustofu Suðvesturlands.

Joana Micael | Náttúrustofu Suðvesturlands
Garðvegi 1, 245 Suðurnesjabæ
joana@natturustofa.is



Sindri Gíslason (f. 1984) lauk BS-prófi í líffræði við Háskóla Íslands 2007, meistaraþrófi við sama skóla 2009 og doktorsprófi við sama skóla 2015. Sindri hefur í tvo áratugi stundað rannsóknir á framandi tegundum í sjó hér við land og hefur haft forystu um eflingu rannsókna á því fræðasviði hér á landi. Hann er fyrsti og eini fulltrúi Íslands í vinnuhóp Alþjóða-hafrannsóknaráðsins um flutning framandi tegunda í sjó (ICES WGITMO). Sindri hefur frá 2015 starfað sem forstöðumaður Náttúrustofu Suðvesturlands.

Sindri Gíslason | Náttúrustofu Suðvesturlands
Garðvegi 1, 245 Suðurnesjabæ
sindri@natturustofa.is