

STOFNVÖKTUN LUNDA 2024

Áfangaskýrsla til Umhverfisstofnunar

Erpur Snær Hansen

6. desember 2024



© Richard Lewis



SAMANTEKT

Viðkoma árið 2024 var almennt góð á öllu landinu, og besta viðkoma aldarinnar mældist í Vestmannaeyjum. Lundastofninn var í sterkri niðursveiflu 1997-2015 samkvæmt -92,7% samdrætti á veiði 1995-2022 og -56% áætlaðs samdráttar heildarstofnstærðar 1995-2022. **Árlegur stofnvöxtur** (λ) tók að aukast árabilið 2010-2024. Meðalstofnvöxtur eftir 2015 er nú farin að sveiflast nálægt stofnvistfræðilegum sjálfbærnimörkum ($\lambda = 1$), stofnvöxturinn þarf að vera yfir þessum mörkum svo stofninn nái að vaxa upp eftir þessa djúpu niðursveiflu. Niðurstöður greininga á stofngerð lunda á Íslandi og Færeyjum sýna samskonar stofngerðir, og einkennast af miklu flakki ungfugla milli landshluta og eru Færeyjar þar meðtaldar. Þetta ungfuglaflakk felur í sér mikla umferð ungfugla milli landshluta sem virðist fæðustýrð þegar miklu munar í fæðuframboði milli landshluta. Þessi stofngerð endurspeglar sameiginlegan veiðistofn ungfugla og útlokar svæðabunda veiðistýringu sem veiðistjórnunarúrræði. Unnið er greiningu umhverfisorsaka samdráttarins bæði að sumarlagi (viðkomu) og vetrarlagi (líftölur og kortlagning fellistöðva). Í maí var gefin skýrsla út hjá Umhverfisstofnun um áhrif veiða frá 1898 til 2022, sem leiddi í ljós langvarandi ofveiði og stofnfækkun af hennar orsökum, til viðbótar við áhrif sterkra umhverfissveifla (<https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/URN/Stock%20assessment%20C3%A1%20lunda.pdf>). Veiðar eru líklegar til að vera ósjálfbærar næstu ár. Litmerkingar með þátttöku almennings og ferðamanna í Hafnarhólma í Borgarfirði Eystra, sem hafa staðið í fimm ár, hafa gengið vonum framár og er nú komin fyrsta niðurstaða sem sýnir næstum tvöfalt hærri náttúrulega árlega dánartölu (13,4%) en algeng er hjá lunda víða (7%). Hlýskeyð í Atlantshafi hófst 1995 sem fækkaði ljósátu á vetrar- og nýfundnum fellistöðvum lunda um 50%¹, og hefur mögulega lækkað lífslíkur þeirra að vetrarlagi. Þessi hlýnun á vetrarstöðvum er hugsanlega hluti skýringarinnar á því hvað sjávarhiti hefur gríðarlega sterk áhrif á lundastofninn, en um 74% breytileika í viðkomu lunda skýrist með breytingum í sjávarhita við Vestmannaeyjar frá 1880 til 2008². Hækkun eða lækkun sjávaryfirborðshita um 1°C lækkar viðkomu lunda um 55%, en ekki er ljóst hver hlutdeild þessara tveggja þátta er í fækkuninni. Unnið er að mæla líftölur úr langtíma merkingagögnum frá Vestmannaeyjum í þeirri von að varpa frekara ljósi á hlutdeild dánartölu pysja á fyrsta ári að vetrarlagi. Léleg afkoma sandsíla við sunnanvert landið 2005-2015 virðist tengjast mikilli seinkun á þörungablóma á Selvogsbanka og líklegum neikvæðum áhrifum á líflíkur og vöxt lirfa margra sjávardýrategunda sem hrygna að vori (sandsíli þar á meðal). Þetta virðist ekki hafa gerst áður á þessari stærðargræðu, en unnið er að greiningu orsaka og afleiðinga hennar á

vistkerfið í heild, og virðist tímasetning lundavarps vera góður áviti á þetta ferli. Fæðuljósmyndir úr öllum vöktunarbyggðunum frá 2011 sýna að víðast hvar er magn sandsíla jákvætt tengt viðkomu. Niðurstöður forkönnunar á mælingu þéttleika varphola lundabyggða með Lidar dróna myndatökum eru byltingarkennd aðferðafræðileg nýung. **Veiðiráðgjöf.** Lundaveiði árabilið 1995-2022 hefur verið ósjálfbær og aukið stofnfækkun til viðbótar vegna náttúrlegra orsaka. Lagt er til stöðvun veiða þar til stofnvöxtur er nægjanlegur fyrir náttúruleg afföll og hóflega veiði. Líklegt er að sölubann stuðli að hóflegri veiðiháttum. Endurskoða þarf skil á veiðitölum, og útgáfu hlunnindaveiðikorta.

Efnisyfirlit

Samantekt	2
Efnisyfirlit	3
Inngangur	4
Meginmarkmið	4
Stofngerð	4
Aldurssamsetning veiði	5
Greining veiðisögu	9
Veiðitölur 1995-2022	10
Stofnþróun 1995-2022	13
Greining á áhrifum veiða	16
Veiðiráðgjöf	18
Vöktun viðkomu	19
Viðkoma eftir landshlutum	23
Vöktun líftala	27
Válistaflokkun	28
Vöktun fæðu	29
Lundatal Íslands	30
Könnun vetrarstöðva	32
Könnun fellistöðva og fellitíma	33
Kynning niðurstaða	37
Erindi	37

Rannsóknasamstarf	37
Þakkir	39
Heimildir	40

Inngangur

Náttúrustofa Suðurlands veitir stjórnvöldum og landeigendum veiðiráðgjöf sem er grundvölluð á stofnvöktun lunda á landsvísu sem hófst árið 2010. Tilgangur vöktunarinnar er að lýsa ástandi Íslenska lundastofnsins og hvaða þættir stjórna stofnbreytingum. Á þessum grunni er veiðiráðgjöf byggð. Í þessari skýrslu er teknar saman fyrirbyggjandi niðurstöður vöktunar 2024 ásamt eldri gögnum. Skýrslan er skrifuð til að uppfylla samning milli Umhverfisstofnunar og Náttúrustofu Suðurlands frá 24. Apríl 2020 um fjármögnun stofnvöktunar á lunda 2020-2022 ^{3,4} og var framlengdur til og með 2024, og er Erpur Snær Hansen verkefnisstjóri. Þessi skýrsla er í styttra lagi þar sem ekki vinnst tími til að greina frá fjölmörgum niðurstöðum sem gert er ráð fyrir að muni liggja fyrir með vorinu, sem af þeim sökum er mun ákjósanlegri skilátími.

Öll gögn sem hefur verið safnað í stofnvöktun lunda eru varðveitt á Náttúrustofu Suðurlands og útgefin gögn aðgengileg á: www.nattsud.is ⁵⁻⁸ og á vef Umhverfisstofnunar www.ust.is.

Meginmarkmið

Vöktun á lundastofninum hefur þrjú meginmarkmið. (1) Lýsing stofngerðar. (2) Vöktun á stofnbreytingum (viðkomu og líftölum). (3) Mat á hlutdeild veiða og umhverfis í stofnstærðarbreytingum.

Stofngerð

Hér eru tekin saman tiltæk gögn og sett fram röksemdafærsla fyrir því að við Ísland verpi einn lundastofn sem er ekki einangraður milli landshluta, og „veiðistofn“ sem er að jafnaði 75% samsettur af 2-4 ára ungfuglum sem blandast mikið milli allra landshluta óháð fæðingarstað.

(1) Merkingar (að mestu í Vestmannaeyjum) sýna beint að ungfuglar ferðast víða innanlands (2. Mynd), og töluvert til Færeyja (sjá 11. Mynd). Í þessari skýrslu eru athuguð formerki hníks (E: „lag“) við hámarksfylgni milli byggða (E: „Cross Correlantion“) sem gefur til kynna meginflæðistefnu ungfugla. Jákvætt formerki hníks gefur til kynna tilflutning, og neikvætt formerki hníks fráflutning. Niðurstöður styðja mikinn tilflutning milli landshluta.

(2) Há fylgni í veiði milli landshluta

oftast innan sama árs, bæði fyrr (1898-1941) og nú (frá 1995) endurspeglar sameiginlegan veiðistofn ungfugla sem ferðast nægjanlega mikið til að „samræma“ samsetningu veiðistofnsins á landsvísu. Veiðitölur fylgja samskonar ferlum í öllum landshlutum, óháð miklum mun á viðkomu milli svæða.

(3) Takmörkuð tryggð við fæðingarbyggð. Lundi heldur tryggð við varpstað ævilangt. Hinsvegar settust einungis um 38% fugla að í fæðingarbyggð sinni, en hinir annarsstaðar⁹. Frumniðurstöður greininga á merkingagögnum í Vestmannaeyjum sýna um það bil helmingur ungfugla merktra sem pysjur setjast að utan fæðingarstaðar.

(4) Aldurshlutföll í veiði. Hlutfall tveggja og þriggja ára fugla í veiði lækkaði bæði norðan og sunnanlands í viðvarandi viðkomubresti sunnanlands (Tafla 1). Þessi

lækkun hlutfalls ungfugla endurspeglar verulegt flakk og mikla blöndun ungfugla milli landshluta.

(5) Stofnerfðafræðilegur samanburður á F_{st} (E: „inbreeding coefficient“) milli landshluta (Vestmannaeyjar, Breiðafjörður, Grímsey og Papey) sýnir að tíðni genasamsæta innan landsvæða er mjög áþekkt (F_{st} = 0,001-0,0001), eða stofnerfðafræðilega sami stofn án erfðafræðilegrar einangrunar¹⁰.



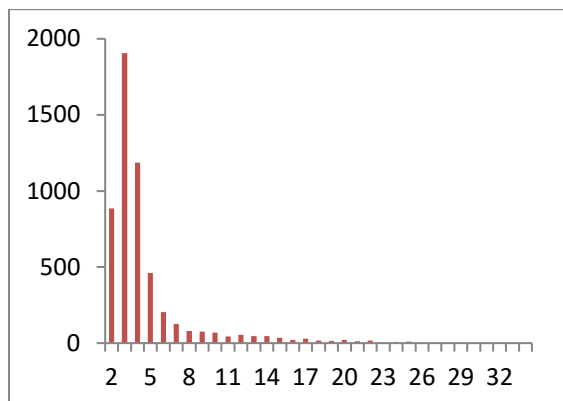
Lundakippa © Cornelius Schlawe

Aldurssamsetning veiði

Samtals hafa 20.555 fuglar í afla veiðimanna verið aldursgreindir með því að telja grópir í goggi fuglanna frá 1996¹¹. Tekin voru saman árleg hlutföll tveggja ára, þriggja ára og eldri fugla og borið saman með Z-prófi við meðalhlutfall ungfugla (tveggja og þriggja ára) og hlutfall eldri

fugla (4+ ára) merktra sem pysja (aldur þekktur) sem endurheimtar hafa verið í veiði í Vestmannaeyjum árin 1961-1982¹². Í Eyjum voru að jafnaði til helminga tveggja og þriggja ára fuglar annarsvegar og fjögurra ára og eldri hinsvegar (tafla 1). Þetta er viðmið sem byggir á þekktri

aldurssamsetningu (fugla merktra sem pysjur) í veiði á stofnvaxtarskeiði.



1. Mynd. Aldursdreifing 5389 lunda merktra sem pysjur í Vestmannaeyjum og endurheimtir í veiði. 75% kvenfugla hefja varp 5 ára og allar 6 ára hafa hafið varp.

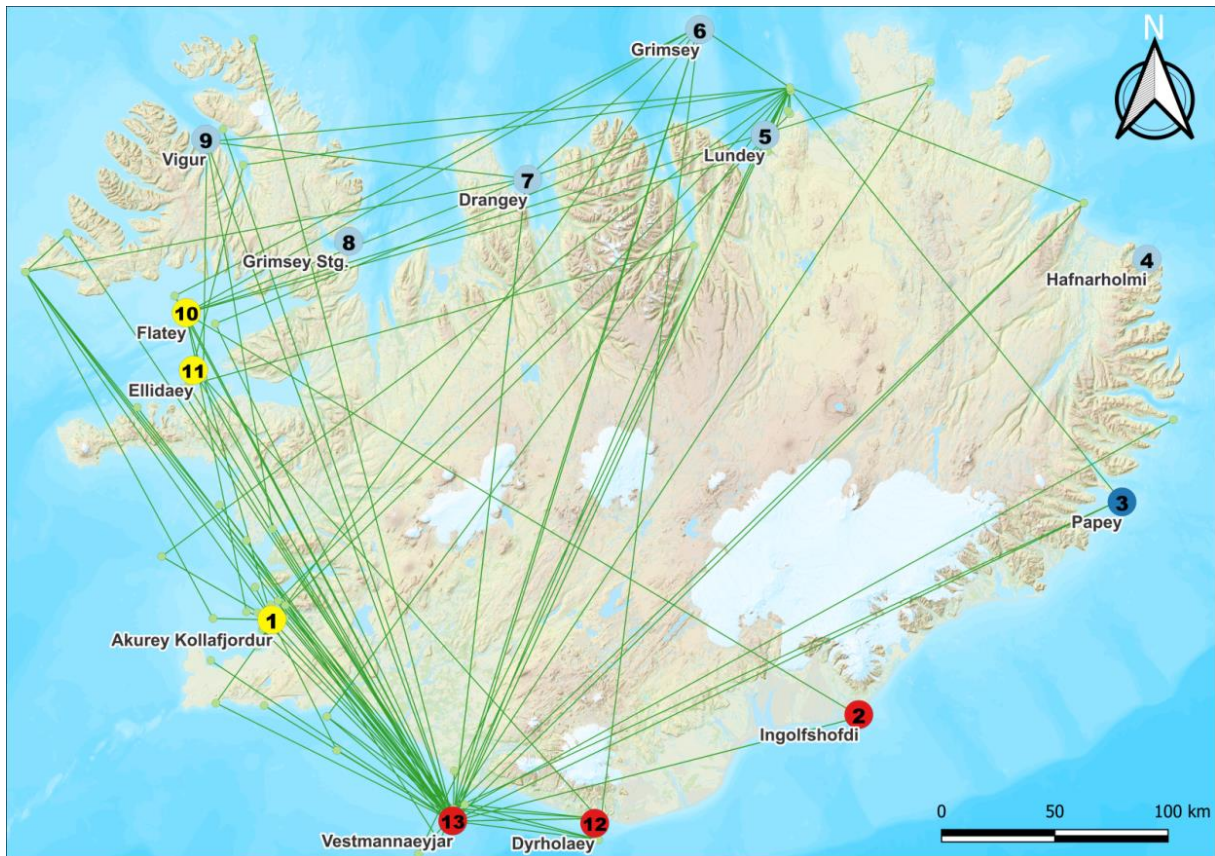
Engir fuglar voru aldursgreindir árin 2021-24. Hlutfall ungfugla yfir tímabilið 2007-2014 í Vestmannaeyjum hefur verið marktækt lægra en viðmiðið, árið 2015 var það marktækt hærra, og ómarktækt frábrugðið viðmiði árin 2016, 2018-19. Árið 2020 var marktækt hærra hlutfall af 2-3 ára fuglum en viðmiðið (eins og árið 1996). Hlutdeild 2-3 ára fugla hefur aukist frá 2015 sem er í samræmi við aukna viðkomu.

Á Norðursvæði er svipaða sögu að segja, árin 2008-2016 er marktækt lægra hlutfall 2-3 ára fugla, að 2010 undanskildu þegar hlutfallið var 64,8% (og marktækt hærra en 51,9% viðmiðið), en þetta ár varð

alger viðkomubrestur allstaðar annarsstaðar á Íslandi. Meðalhlutfall 2-3 ára fugla í veiði á Norðursvæði árin 2008-2018 er 45,7% eða 6,2 prósentustigum lægra en viðmiðið og munar mest um fæð 2 ára fugla í veiðinni. Árið 2017 er hlutfallið ómarktækt frábrugðið Eyjaviðmiðinu og 2018 er unghlutfallið marktækt hærra en viðmiðið. Í Breiðafirði er hlutfall unga árið 2010 ómarktækt frábrugðið viðmiðinu en árin 2011 og 2013 eru marktækt lægri en viðmiðið. Samantekið hefur unghlutfall verið almennt marktækt lægra en Eyjaviðmiðið þar til síðustu fjögur ár. Lágt unghlutfall í veiði endurspeglar litla ungaframleiðslu 2-3 árum fyrr, en einnig virðast 2 ára fuglar síður koma í vörpin ef varpárangur þar er lítill (lítill fæða), sem sést á „eðlilegum“ fjölda 3-ára fugla í sömu byggð ári seinna. Sömu leiðis geta 2-4 ára ungfuglar sem flakka á milli varpa haft mikil áhrif á þetta hlutfall utan fæðingarstaðar síns eins og sást greinilega árið 2010 á mikilli aukningu á umferð geldfugla til Norðursvæðis, líklega vegna fæðuskorts á öllum öðrum svæðum þar sem varð alger viðkomubrestur.

Tafla 1. Aldurssamsetning lundaveiði í háf. Flokkað var eftir nefskorufjölda en ≥ 2 nefskoru flokkarnir eru nefndir hér „4+“ ára, Til samanburðar eru meðalaldurshlutföll 22 árganga (1961-1982) fugla af þekktum aldri (merktir sem pysjur) í veiði þar sem hver árgangur hefur verið veiddur í að minnsta kosti 25 ár (**feitletrað**). Borið var saman hlutfall ungfugla (2-3 ára, 51,9%) og eldri fugla (4+ ára, 48,1%) seinni ár við meðalaldurshlutföll úr Vestmannaeyjum (1961-1982) með Z-prófi, marktækni er táknuð: *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; og ***: $P < 0.001$.

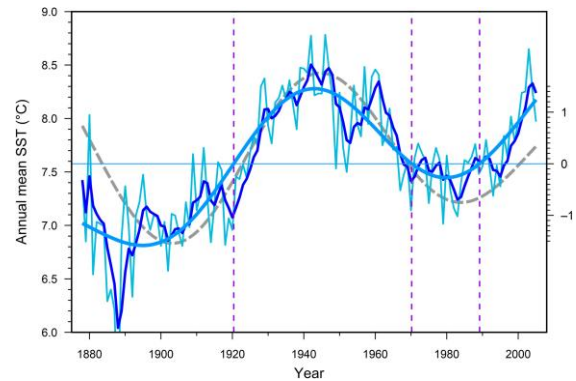
Staður	Ár	2 ára		3 ára		4+ ára		Samtals	
		%	n	%	n	%	n		
Eyjar [17]	1961-1982	18,7	810	33,2	1443	48,1	2087	4340	Z
Eyjar [18]	1996	22	161	38,7	283	39	286	733	-4,346***
Eyjar	1999	14,8	71	49,8	188	45,9	220	479	-0,897
Eyjar	2007	1,2	43	44,8	1564	54	1886	3493	5,197***
Eyjar	2008	0,9	57	4,6	301	94,5	6152	6510	55,405***
Eyjar	2009	0,6	16	6,1	161	92,7	2438	2629	38,361***
Eyjar	2010	0	0	33,9	20	66,1	39	59	2,750**
Eyjar	2011	4,4	4	27,8	25	67,8	61	90	3,700***
Eyjar	2013	0	0	0	0	100	323	323	18,012***
Eyjar	2014	1,2	1	0	0	95,2	20	21	4,313***
Eyjar	2015	0,4	1	60	165	40,4	111	275	-2,721**
Eyjar	2016	30	3	20	2	50	5	10	0,121
Eyjar	2018	12,2	11	40	36	47,8	43	90	-0,058
Eyjar	2019	14,6	18	39,0	48	46,3	57	123	-0,382
Eyjar	2020	21,6	32	58,1	86	22,2	30	148	6,796***
Norðursvæði	2008	15,7	39	26,5	66	57,8	144	249	2,992***
Norðursvæði	2010	24	30	40,8	51	35,2	44	125	-2,844***
Norðursvæði	2011	3,7	44	28,8	340	67,3	795	1179	11,791***
Norðursvæði	2012	18,6	168	32,9	298	48,5	439	905	0,230
Norðursvæði	2014	0,7	1	22,1	33	77,2	115	149	6,985***
Norðursvæði	2015	8,9	53	27,7	165	63,4	378	596	7,021***
Norðursvæði	2016	11,3	53	30,6	144	58,2	274	471	4,159***
Norðursvæði	2017	14,3	88	34	210	51,7	319	617	1,681
Norðursvæði	2018	33,3	143	37,1	159	29,6	127	429	-7,323***
Norðursvæði	Meðaltal	14,5	619	31,2	1466	54,3	2635	4720	7,366***
Breiðafjörður	2010	15,8	107	35,3	239	49	332	678	0,426
Breiðafjörður	2011	0	0	0,9	1	99,1	100	101	10,119***
Breiðafjörður	2013	2,7	2	12,3	9	84,9	62	73	6,246***



2. Mynd. Staðsetning rannsóknabyggða og ferðir 178 unglunda innanlands (>18 km) samkvæmt merkingum árabilið 1923-2016 (gagnagrunnur Náttúrufræðistofnunar Íslands). Heimsóknaröð (frá 2017) rannsóknabyggða fylgir númeraröð: 1. Akurey, 2. Ingólfshöfði, 3. Papey, 4. Borgarfjörður eystri (Hafnarhólmi), 5. Lundey á Skjálfanda, 6. Grímsey. 7. Drangey, 8. Grímsey á Steingrímsfirði., 9. Vigur í Ísafjarðardjúpi, 10. Flatey á Breiðafirði (Hádegishólmi, hófst 2023), 11. Elliðaey á Breiðafirði, 12. Dyrhólaey (hófst 2012), 13. Vestmannaeyjar (hófst 2007). Afmörkun fjögurra strandvæða er sýnd með litum og markast af Reykjanestá, Bjargtöngum, Glettinganesi og Eystrahorni.

Greining veiðisögu

Veiðitölur voru teknar saman fyrir Vestmannaeyjar 1880-2008, og sýna sterkt samband á milli lundaveiði og sjávarhita við Vestmannaeyjar, en þetta samband rofnar um 2005, sem er vísbending um nýleg og sterk áhrif annarra þátta². Niðurstöðurnar sýna jafnframt að lundaveiði er sjálfbær á kuldaskiðum AMO mynstursins, en ósjálfbær á hlýskíðum þess. Lengd þessara skíða er breytileg en vara oft í um 35 ár hvert. Núverandi hlýskíð hófst 1995, og má ef til vill búast við að „næsta“ kuldaskíð hefjist um 2030. Veiði í öllum landshlutum sýnir sterka fylgni bæði fyrr (1898-1941) og nú (1995-2022, sjá hér á eftir) og endurspeglar Vestmannaeyja-gögnin því breytingar á landsvísu.



3. Mynd. Samband lundaveiði í Vestmannaeyjum (grá brotalína, GAM langtíma ferli, sem snúið við á Y-ás til að auðvelda samanburð við hitaferlana), og sjávarhiti: bláar línur, sýndar með árlegum gildum, 11 ára hlaupandi keðjumeðaltali og GAM langtíma ferli)².



© Richard Lewis

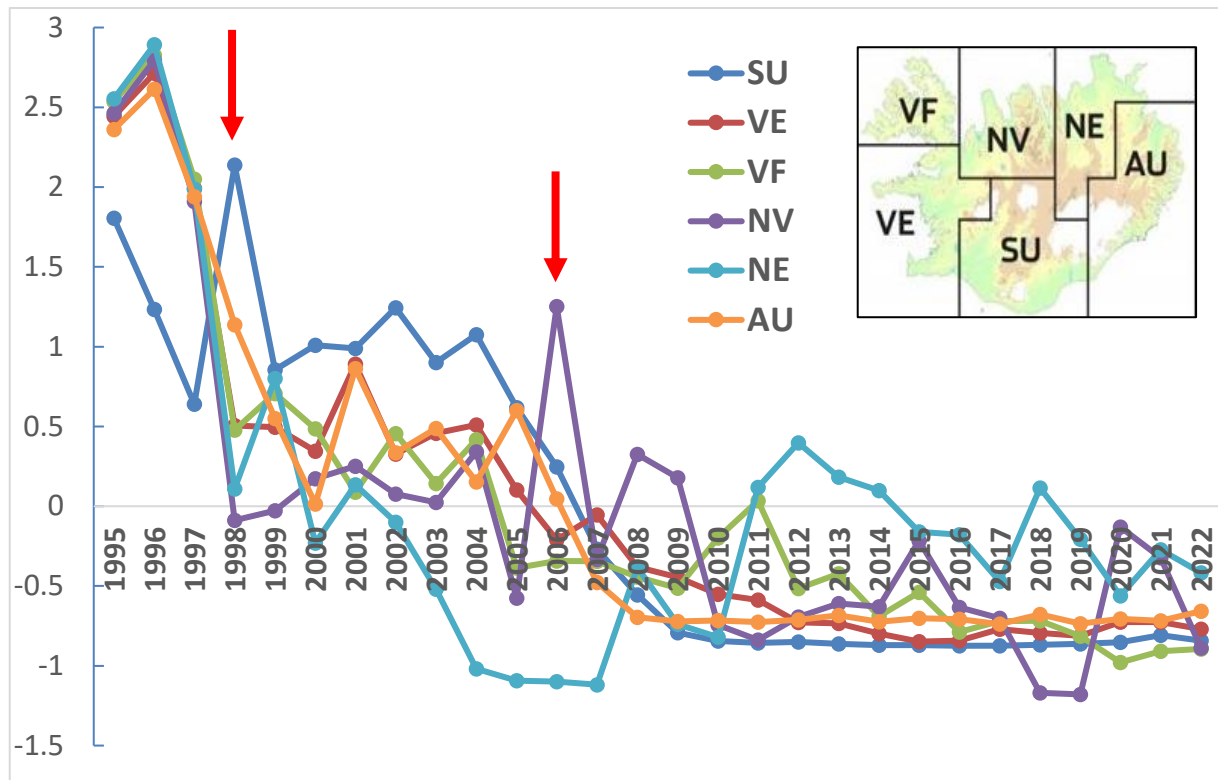
2. Tafla. Niðurstöður úr víxl fylgni (E: Cross Correlation) milli lundaveiði í 13 sýslum samkvæmt hlunnindaskýrslum árabilið 1898-1941². Efri hluti sýnir hæstu Pearson fylgnistuðla, og neðri hluti sýnir hnikaðan áramun milli sýsla þegar fylgni er hæst. Grá skygging táknar að fylgnistuðullinn er tölfræðilega marktækur ($P < 0,05$), en hvítt ómarktækni. Neikvæðar tölur er sýndar með bláum font.

	Reyk	Myra	Snæ	Dala	Barða	Ísaf	Strand	Skaga	Eyjaf	Þing	Múla	Skaft	Ve_C
Reyk	0	0.39	0.61	-0.64	-0.58	-0.49	0.49	0.42	0.31	-0.42	-0.32	-0.32	-0.34
Mýra	-4	0	0.49	0.62	0.4	0.35	-0.41	-0.21	-0.26	0.52	0.21	0.3	0.54
Snæ	-3	2	0	0.93	0.86	0.43	-0.45	-0.5	-0.27	0.51	0.32	0.34	0.45
Dala	-3	4	0	0	0.81	0.47	-0.43	-0.49	-0.26	0.53	0.29	0.37	0.47
Barða	-2	3	0	0	0	0.41	-0.44	-0.44	-0.44	0.51	0.32	0.33	0.32
Ísa	4	5	2	4	3	0	-0.32	-0.54	-0.27	0.47	0.26	-0.32	-0.45
Strand	-1	1	-1	-3	1	-5	0	0.3	0.27	-0.36	-0.43	-0.35	-0.33
Skaga	3	5	5	3	3	4	2	0	0.6	0.57	0.27	0.47	0.62
Eyjaf	-2	-5	-5	1	-5	5	-2	-1	0	-0.42	-0.25	-0.34	0.21
Þing	3	4	5	-5	5	-1	1	5	-4	0	0.52	0.26	0.72
Múla	2	5	-4	-2	-4	1	3	3	-4	2	0	0.3	0.38
Skaft	-3	1	-3	-3	-2	4	0	-3	3	-4	-2	0	0.5
Ve_C	-3	0	-2	-3	-3	5	2	1	1	-5	-5	1	0

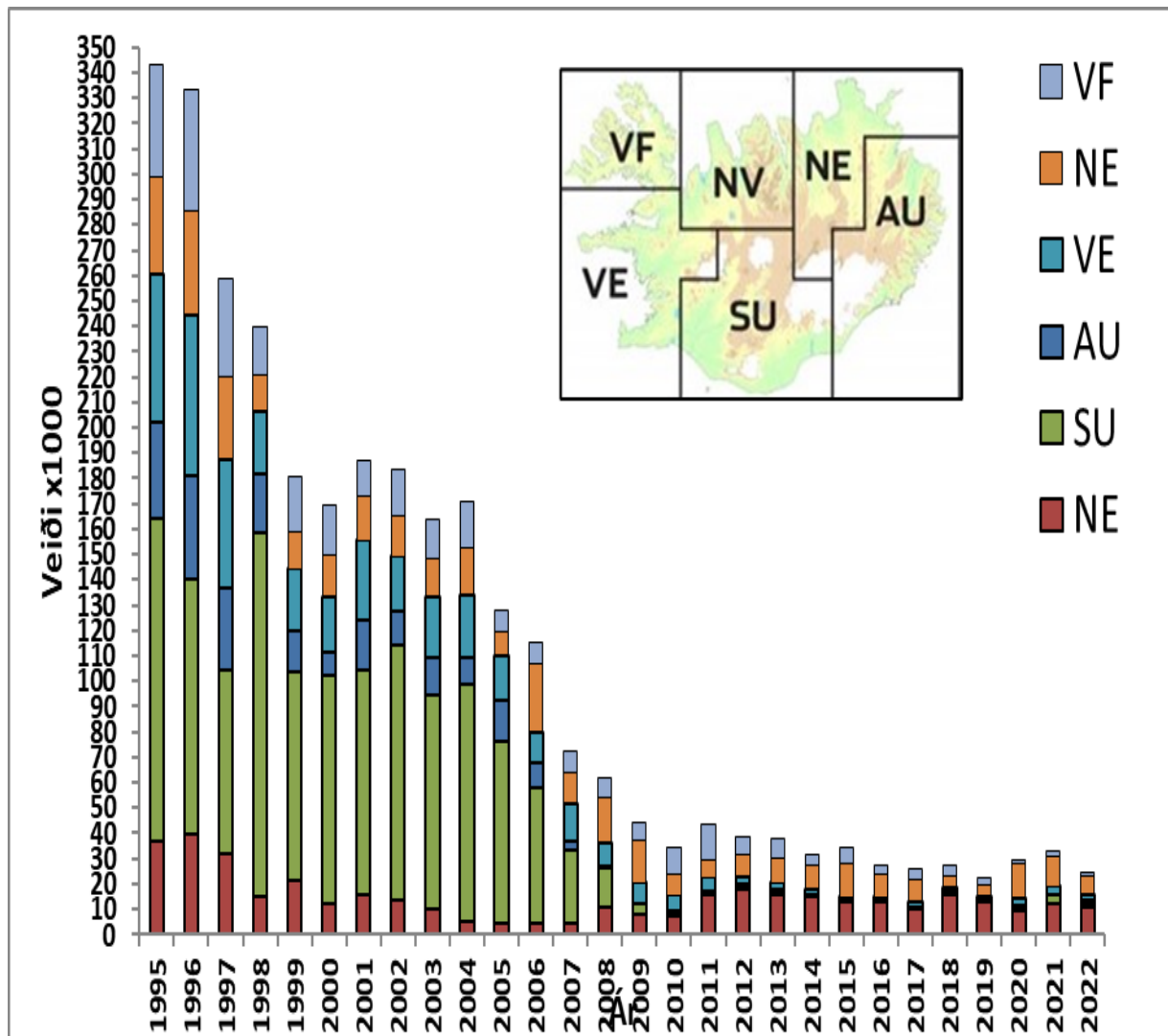
Veiðitölur 1995-2022

Veiðitölur voru fengnar úr veiðiskýrslum til Umhverfisstofnunar 1995-2021 www.ust.is og úr veiðidagbókum Bjargveiðifélaga Vestmannaeyja. Veiðitölur UST eru sundurliðaðar í sex veiðisvæði frá og með 1998. Veiðitölur til UST fyrir árið 2003 voru eyðilagðar sem mótmæli við rjúpuveiðibanni og voru áætlaðar sem brúað meðaltal veiði áranna 2001-2002 og 2004-2005. Um helmingur veiði í Vestmannaeyjum er tilkynntur til UST, en mestöll veiði á Suðurlandi er í Vestmannaeyjum. Heildarveiði 1995-1997

var leiðrétt fyrir hlutdeild suðurlands, með því fyrst að draga frá áætlaða veiði „Suðurlands“ frá heildarveiði, og leggja síðan veiði í Eyjum við afganginn. Veiði var áætluð á suðurlandi 1995-1997 sem sama hlutfall af veiði í Eyjum árabilið 1998-2009 (meðaltal 0,536, staðalfrávik 0,1724). Samkvæmt veiðiskýrslum veiddust 3.062.125 lundar tímabilið 1995-2022, og hefur árleg heildarveiði dregist saman um 92,7% (5. Mynd).



4. Mynd. Stöðluð veiði (E: normalized, einingar í staðalfrávikum) til að auðvelda samanburð á sex veiðisvæðum UST (innfellt kort) frá 1995 til 2022 (meðalhutföll af heild 1998-2002 notuð fyrir 1995-97). Veiðimynstur á NA svæði sker sig frá hinum svæðunum sem almennt lækka 2006-2012. Veiði lækkar þar mikið 2004 og er lægst til um 2008, frá 2012 snýst þetta mynstur við og er veiði þar mest. Veiði eykst á suðursvæði árið 1998 (rauð ör), þegar samdráttur verður á öllum hinum svæðunum, og á NV svæði á sama hátt árið 2006 (rauð ör). Þetta eru mögulega vísbendingar um þarna hafi verið mesta fæðuframboðið þegar hallæri ríkti annarsstaðar, en ungfuglar sækja líklega fremur eftir meiri fæðu.



5. Mynd. Lundaveiði (H_{obs}). samkvæmt veiðiskýrslum til Umhverfisstofnunar 1995-2022 og Bjargveiðifélögum Vestmannaeyja 1995-2010. Árið 1998 var veiðitölum skipt upp eftir sex veiðisvæðum (sjá innfellt kort). Veiði 1995-1997 var skipt milli veiðisvæða með meðalhutfalli hvers svæðis árabilið 1998-2002. Veiðitölur árið 2003 voru brúaðar sem meðaltal áranna 2001-2 og 2004-5 fyrir hvert veiðisvæði. Þessi mynd sýnir glögglega samdrátt í heildarveiði um 92,7%, sem gerðist á tveimur tímabilum, 1997-1999, og 2005-2010.

Tafla 3. Víxlfylgni (Cross Correlations) í veiði milli svæða og ára 1995-2022. Efri hluti töflunnar gefur hæsta Pearson fylgnistuðulinn, neðri hlutinn gefur mismun á hniki milli ára þegar fylgni er hæst. Skyggð gildi eru tölfræðilega marktæk ($P < 0,05$).

	SU	VE	VF	NV	NE	AU
SU	0	0,94	0,82	0,72	0,65	0,88
VE	-3	0	0,96	0,88	0,74	0,97
VF	3	0	0	0,86	0,82	0,93
NV	-2	0	0	0	0,68	0,84
NE	3	0	0	0	0	0,74
AU	-3	0	-1	0	0	0

Fylgni í veiði milli veiðisvæða er mjög há, og ávallt jákvæð, og utan SU sterkust sama árið (0), utan ári fyrr milli VF og AU. SU sker sig frá hinum svæðunum þar sem tímasetning fylgni er ýmist fyrr, 3 árum fyrr við AU og VE, 2 árum fyrr við NV, en hinsvegar 3 árum seinna við VF og NE. Mögulega eru þetta vísbendingar um mismun í ferðamynstri ungfugla til og frá Vestmannaeyjum og annarra landshluta, t.d. eftir mismunandi svæðabundnu fæðuframboði, og er fyrirhugað að skoða frekar.

Stofnþróun 1995-2022

Leslie stofnlíkan – Stofnvöxtur (λ , lambda)

Leslie fylki var notað til að reikna stofnvöxt lundans með aldursbundnum líftölum og frjósemi kvenfugla (tafla 4). Fylkið var

tímasett fyrir varptíma (E: pre-breeding) eða um 20.maí. Líftala fugla á fyrsta ári (S_1) er ekki vel þekkt en mjög breytileg, hún er hér sett sem fasti $S_1 = 0,5$. Heildarendurheimtuhlutfall pysjuárganga fædda á árbilinu 1961-1982 í veiði í Vestmannaeyjum (hafa verið veiddir í a.m.k. 25 ár) er á milli 5% og 25%¹² og sýnir einnig fylgni við líkamsþyngd við brottför úr varpholu (sjá fyrri skýrslur: www.nattsud.is). Þetta er vísbending um að breytileiki líftölu á fyrsta ári milli minnstu og stærstu árgangana er um fimmfaldur og tengdur fæðumagni á ungatíma. Ef hámarks líftala $S_1 = S_a = 0,92$ þá er S_1 lágmarkið um fimmfalt lægra eða um 0,18. Flestar erlendar rannsóknir sýna að líftala lunda er há frá og með öðru aldursári (S_a)⁹ og er hér notast við mælda líftölu litmerktra varpfugla (S_a) í Stórhöfða, Heimaey 2008-2019 ($0,92 \pm 0,0544$ SE).¹² Niðurstöður 2020-2023 sýna mikla „lækkun“ líftölu sem endurspeglar ónákvæmni útreikninga vegna fárra fugla sem hafa sést aftur og eru ekki notaðar.

Aldursbundin frjósemi (F) er margfeldi hlutfalls hvers árgangs sem hefur hafið varp (Pb_i) og viðkomu (P , fleygir ungar/varpholu): $F = Pb_i \times 0,5 P$. Þar sem fylkið er skilgreint fyrir kvenfugla er frjósemi helminguð (dætur/mæður) en lundi hefur jafnt kynjahlutfall. Hlutföll

kvenfugla (*Pbi*) á þekktum aldri (*i*) sem hafa hafið varp var kannað árið 2016 í gagnagrunni Náttúrufræðistofnunar Íslands ($n=47$), og einnig á meðal 2- og 3-ára kvenfugla í veiði í Eyjum árið 2008 ($n=34$) aldursgreindum á gogg, samtals 81 fuglum. *Pbi* er sem segir: 6,7% hjá 3- og 4 ára, 75% hjá 5-ára og 100% hjá 6-ára og eldri³. Veginn [kynþroskaaldur kvenfugla](#) (α) er 5,89 ár.

Fjöldi varphola er áætlaður í töflu 7, eða 2.679.000, í Vestmannaeyjum eru efri 95% öryggismörk 22% hærri en meðaltalið, og er holufjöldi hækkaður sem því nemur (3.269,000) til að tryggja hámarkstölu. Reiknað var með að hámarks nýting hola væri eins og meðalábúð norðanlands (83,8%) sem er hátt gildi. Fjöldi geldfugla er reiknaður sem umframfjöldi sem nemur meðalábúð Norðanlands (0,838 egg/holu) sem er hátt gildi, af áætluðum heildarfjölda lundahola á Íslandi. Upphafsstofnstærð árið 1994 var ítruð með Solver í Excel þannig að fjöldi fugla væri nægur til að mældar ábúðartölur stæðust árin 2010-2022, eða 10.655.000 kvenfuglar (eða pör). Tekið skal fram að þessir útreikningar eru endurskoðaðir hér, þar sem í fyrri útreikningum yfirsást að taka takmörkun á viðkomu vegna hámarks holufjölda með í

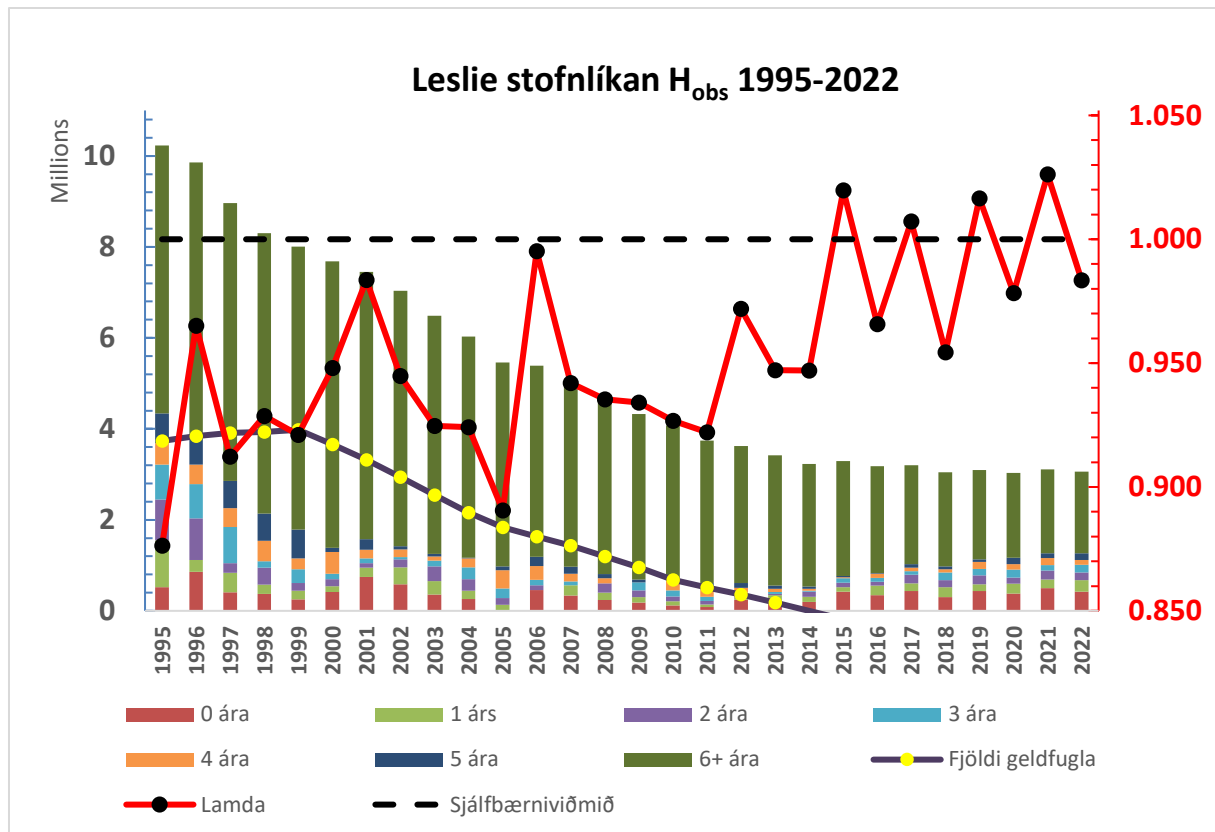
reikninginn. Í upphafi árið 1995 er geldstofn stór eða 52.2%% varpfugla (urpu ekki, sjá 6. Mynd). Gert var ráð fyrir í upphafi (árið 1994) að [aldurssamsetning](#) stofnsins væri stöðug (E: Stable Age Distribution, SAD), sem gerir mögulegt að reikna hlutfall og þar með fjölda ungfugla (35,8%) sem aldursbundin hlutföll af varpstofni: 1-ára 8,47%; 2-ára 7,77%; 3-ára 7,10%; 4-ára 6,50%; 5-ára: 5,94%; 6+-ára 64,2%. Viðkoma, kynþroskahlutfall (fastar), líftölur og varphlutfall eftir aldri (bæði fastar), auk frádráttar aldursbundinnar veiði (föst hlutföll af helming uppgefinnar veiði til UST, þ.e. kvenfuglar, sjá töflu 1) voru notuð til að reikna stofnvöxt í Leslie fylki fyrir lundastofninn 1995-2022. Gögn um viðkomu á landsvísu eru tiltæk frá 2010 og var notað vegið meðaltal viðkomu (tafla 6). Viðkoma 2007-2009 var áætluð eins og var mæld í Vestmannaeyjum. Viðkoma 1995-2006 var áætluð þannig að hún fylgi hlutfallslegum breytingum í uppreiknuðum árgangastærðum² stöðluðum: 0-1 með því að deila fjölda stærsta árgangsins (1995) og margfaldað með meðal viðkomu á Norðurlandi (0,678) 2010-2023. Uppgefin veiði er dregin frá hverjum aldurshóp samkvæmt langtímameðaltölum aldurs-hlutfalla frá Vestmannaeyjum (tafla 1).

Tafla 4. Leslie stofnlíkan af íslenska lundastofninum. Sjá skýringar í texta.

Aldur	1	2	3	4	5	6+
F	0	0	$Pb_4 \frac{1}{2}P$	$Pb_4 \frac{1}{2}P$	$Pb_5 \frac{1}{2}P$	$Pb_6 \frac{1}{2}P$
0	0	0	0	0	0	0
1	0,5	0	0	0	0	0
2	0	0,92	0	0	0	0
3	0	0	0,92	0	0	0
4	0	0	0	0,92	0	0
5	0	0	0	0	0,92	0
6+	0	0	0	0	0	0,92



© Richard Lewis



6. Mynd. Stofnþróun lunda við Ísland 1995-2022 samkvæmt Leslie stofnlíkani (vinstri kvarði), sundurliðuð eftir aldurshópum, og stofnvöxtur (λ , rauð lína, hægri kvarði). Stofnvöxtur þarf að vera yfir 1 (svört brotalína) til að veiðar geti talist stofnvistfræðilega sjálfbærar. Heildarstofnstærð hefur dregist saman um 56,4% frá 1995 til 2022. Geldfuglastofn er sýndur með svartri línu og gulum punktum, 1995-2006 var hann áætlaður sem fjöldi kynþroska fugla umfram sem nemur 83,8% ábúð (meðaltal Norðanlands) í 3,027 milljón varpholum, en beinar ábúðarmælingar lagðar til grundvallar eftir það.

Samkvæmt þessum endurútreikningum er minnkun heildarstofnsins 56,4% frá 1995, eða næstum sama og fyrra mat (57%). Stofnvaxtarferillinn breytist hinsvegar talsvert og er undir sjálfbærnimörkum frá 1995 til 2015, þegar stofnvöxtur tók að aukast.

Greining á áhrifum veiða –

Í skýrslu um stofnvöktun lunda 2020-2022 ([https://nattsud.is/wp-content/uploads/2023/10/2020-2022-Stofnvoktun-lunda-Lokaskýrsla-11.okt .pdf](https://nattsud.is/wp-content/uploads/2023/10/2020-2022-Stofnvoktun-lunda-Lokaskýrsla-11.okt.pdf)) voru settar fram fimm framtíðarspár eða sviðsmyndir sem voru reiknaðar með Leslie stofnlíkani með tilliti

til veiðialags fyrir tímabilið 2022-2032. Þessar sviðsmyndir kanna áhrif mismikilla veiða (þar með talin möguleg áhrif sölubanns) á stofnþróun næsta áratug. Umhverfisstofnun óskaði eftir frekari greiningum á áhrifum veiða. Þessari úttekt var skilað í skýrslu í maí

<https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrsalur-og-skrar/URN/Stock%20assessment%20C3%A1%20lunda.pdf>



© Richard Lewis



© Richard Lewis



© Richard Lewis

Veiðiráðgjöf

Frá 1995 til 2022 hafa 3.062.125 lundar verið veiddir hérlandis meðan veiðar hafa verið stofnvistfræðilega ósjálfbærar frá 1997^{13,14}. Stofnlíkan bendir til að heildarstofninn hafi minnkað um 56,4% milli 1995-2022 (Mynd 6). Sviðsmyndir með tilliti til mismunandi veiðiálags 2022-2032 sýna allar stofnfækkun, í réttu hlutfalli við veiðiálag, en um 10% stofnfækkun er spáð án veiða. Stofnvistfræðilega sjálfbær nýting dýrastofna felur í sér að veiða aðeins hluta þeirrar framleiðslu stofnsins sem er umfram sjálfsviðhald. Þegar fækkar í stofnum langlífra tegunda eins og lunda,

þannig að framleiðsla er minni en þarf til sjálfsviðhalds, leggjast afföll vegna veiða við náttúruleg afföll og auka fækkun enn frekar¹⁵. Líklegt er að veiðar verði áfram ósjálfbærar næsta áratug og hafi veruleg neikvæð áhrif á stofnvöxt. Að þessu sögðu er lagt til veiðibann þar til meðalstofnvöxtur hefur náð yfir sjálfbærnimörk. Sölubann myndi stöðva eða draga verulega úr atvinnuveiðum (sölu á afla) sem eru umtalsverðar, en taka þarf saman hlutdeild atvinnuveiða af heildarveiði.

Vöktun viðkomu

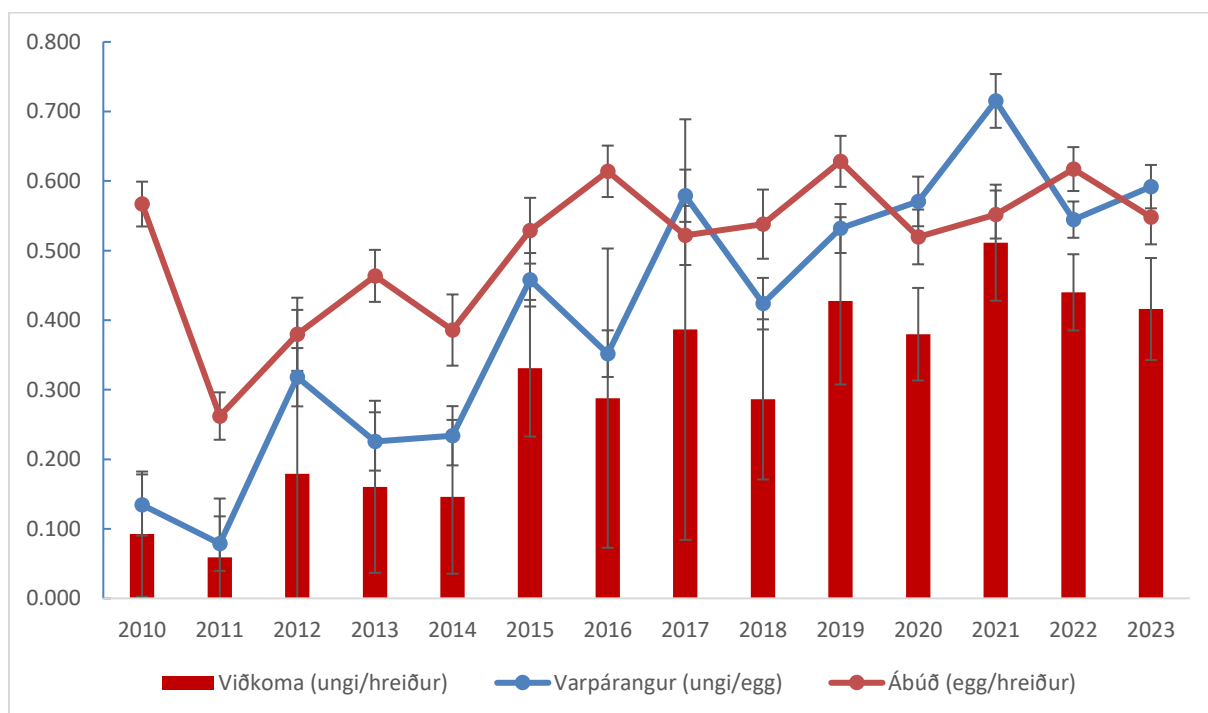
Þrettán lundavörp umhverfis landið voru heimsótt tvisvar sinnum yfir varptímann, í júní og júlí. Bætt var nýrri rannsóknabyggð við vöktunina 2023 í Hádegishólma við Flatey á Breiðafirði. Þetta var gert af þrem ástæðum. Elliðaey á Breiðafirði hefur dottið út vegna veðurs en þangað er farið á tuðru frá Stykkishólmi, en aðgengi að Flatey er mun tryggara gagnvart veðri og sjólagi. Einungis ein mælistöð á Breiðafirði endurspeglar ekki breytileika innan fjarðarins, en þar verpa á milli 400-500.000 pör og er næst stærsta varpsvæði lunda hérlandis á eftir Vestmannaeyjum. Með þessu fæst hagræðing í ferðum með því að aka vestur frá Súðavík til Brjánslækjar og taka Baldur í stað þess að fara mun lengri landleið fram og til baka austur fyrir til Stykkishólms.

Sömu varpholurnar í hverju varpi eru skoðaðar í myndavélum með innbyggðri innrauðri lýsingu (ósýnilegt fuglunum) og innihald holanna skráð. Ábúðarhlutfall varphola er hlutfall varphola sem orpið er í egg (egg/varpholu). Ábúðarhlutfallið er notað til að áætla stofnstærð varpstofns á hverjum tíma sem hlutfall af heildarholufjölda og einnig til útreiknings viðkomu (ungar/varpholu), en viðkoma er margfeldi ábúðarhlutfalls og varpárangurs (ungar/egg). Varpárangur og

viðkoma allra athugana frá upphafi mælinga eru reiknuð þannig að gert var ráð fyrir að afkvæmi á lífi í lok júlí myndu verða fleyg. Hér eru teknar saman mælingar á viðkomu, varpárangi og ábúð. Niðurstöður eru dregnar saman innan fjögurra landssvæða sem markast af Reykjanestá, Bjargtöngum, Glettinganesi og Eystra Horni (2. Mynd). Fyrir landsvæðin voru reiknuð vegin meðaltöl með holufjölda byggða (Norður- og Vestursvæði), en Papey er fulltrúi Austursvæðis og Vestmannaeyjar fulltrúi Suðurlands. Niðurstöður voru teknar saman fyrir landið með því að vega tiltæk viðkomu gögn fyrir hvert landsvæði með áætluðum heildarholufjölda hvers landsvæðis (tafla 5). Rétt er að taka fram að þessi gögn eru ekki leiðrétt fyrir líkum á að finna innihald í varpholunum (E: detection probability). Anni Teperi vinnur að M.S. ritgerð þar sem unnið er úr sögu allra rannsóknahola frá upphafi. Markmið þessarar rannsóknar er að reikna þessar líkur út og leiðrétt niðurstöður með hliðsjón af því. Þessi greining mun einnig gera mögulegt að reikna hlutfall varpfugla sem sleppa varpi og af hverju (t.d. ef varp misfórst árið áður), með „State dependent“ greiningu. Einnig gera þessi gögn kleyft að reikna nýliðun og stofnvöxt með svonefndum Pradel módelum fyrir hverja byggð og þar með landið allt. Vorið 2017

var meðalvarptími reiknaður fyrir allar byggðir frá upphafi (2010) með því að nota tímasetningu heimsókna og klakhlutfall í samanburði við þekkta tímadreifingu klaks í Vestmannaeyjum. Byggt á þessum niðurstöðum var farið frá og með 2017 í júní leiðangurinn um 10 dögum fyrr en áður og var heimsóknaröð byggða breytt bæði í júní og júlí svo tímasetning heimsókna innan varptíma væri sem sambærilegust milli byggða. Akurey er nú heimsótt fyrst (var síðust) þar sem varp þar er fyrr á ferð en í Vestmannaeyjum og Dyrhólaey sem eru nú heimsóttar síðastar (voru fyrstar),

varp hefst fyrst í Papey (og reyndar á svipuðum tíma í Grímsey á Steingrímsfirði, fyrst Norðanlands). Varp hefst almennt austanlands, næst norðanlands, svo vestanlands og síðast sunnanlands og fylgir tímasetning varptímans neikvæðu sambandi við sjávarhita. Frá 2017 hefur verið farið rangsælis umhverfis landið og heimsóknaröð byggða sýnd á 2. Mynd. Meginmarkmið þessarar endurskoðunar var að fjölga hreiðurdögum milli heimsókna, sem eykur líkur á að nema afföll og forðast að vera of seint á ferðinni í snemmbúnum vörpum.



7. Mynd. Vegið meðaltal ábúðar (eftir landsvæðum, sjá töflu 7), varpárangurs og viðkomu ($\pm$ S.E.) fyrir Íslenska lundastofninn 1995-2023.

Tafla 5. Varpholufjöldi rannsóknabyggða og landsvæða sem er notaður til að reikna vegna viðkomu eftir fjölda innan landsvæða (Lundatal Íslands: Erpur S. Hansen o.fl. *handrit*). Fyrir Akurey (25.300 holur) og Elliðaey (4.900 holur¹⁶) voru notaðar heildartölur fyrir Faxaflóa, og Breiðafjörð (425.000 holur) sem skoðast sem vinnutala. Fjöldi lundahola var endurmetinn árið 2020 í Grímsey (99.000), Hafnarhólma (10.100), Akurey og Lundey á Kollafirði.

(Nr) Rannsóknabyggð - Landshluti	Fjöldi varphola	Hlutfall af heild
Norðursvæði heildartala	509.000	19%
(6) Vigur	38.400	
(7) Grímsey á Steingrímsfirði	31.000	
(8) Drangey	45.200	
(9) Grímsey utan Eyjafjarðar	99.900*	
(10) Lundey á Skjálfanda	36.500	
(11) Hafnarhólmi Borgarfirði Eystri	10.100*	
Samtala rannsóknabyggða á Norðursvæði	258.000	
Austursvæði heildartala	483.000	18%
(12) Papey	177.000	
Suðursvæði heildartala	1.125.000	42%
(3) Vestmannaeyjar ¹⁷	1.125.000	
Vestursvæði heildartala	562.000	21%
(4) Akurey, Kollafirði (25.300*)	117.000*	
(5) Elliðaey Breiðafirði (4.900 ¹⁶)	425.000*	
Ísland heildartala	2.679.000	100%

*: Endurmælt árin 2020-2021

Viðkoma eftir landshlutum

Meðaltöl varpárangurs, ábúðar og viðkomu eru öll hæst á Norðursvæði, ívið lægri en svipuð innbyrðis á Austur- og Vestursvæðum (myndir 8-9). Ábúð í Eyjum hefur verið að meðaltali um þriðjunglægri en á Norðursvæði og meðalvarpárangur ekki helmingur af meðaltali Norðansvæðis. Meðal viðkoma í Eyjum hefur verið 43% af

viðkomu á Norðursvæði, sérstaklega vegna lágrar ábúðar. Meðalviðkoma veginn með stofnstærð sýnir vel hve mikil áhrif Vestmannaeyjar hafa á landsmeðaltalið (tafla 7). Hlutdeild ábúðar og varpárangurs í viðkomu er gefin sem prósentur. Hlutdeild viðkomu og ábúðar er svipuð vestan og norðanlands, en sunnan og austanlands vegur ábúð töluvert meira en varpárangur.

Tafla 6. Veginn: meðalvarpárangur (fleygar pysjur/egg); meðalábúð (egg/holu); og meðalviðkoma (fleygar pysjur/holu) auk staðalskekkju meðaltals (S.E.M.) eftir strandsvæðum, með varpholufjölda rannsóknarbyggða innan svæða og hlutdeild svæða af heild fyrir landið (tafla 5) fyrir tímabilið 2010-2023.

Svæði	Meðal varp- árangur (ungi/egg)	SE	% viðkomu	Meðal- ábúð (egg/holu)	SE	% viðkomu	Meðal- viðkoma (ungi/holu)	SE
Norður	0,813	0,0173	48,7	0,835	0,0212	51,3	0,678	0,0265
Vestur	0,598	0,0814	46,0	0,648	0,0505	54,0	0,427	0,0688
Papey	0,589	0,0775	39,5	0,729	0,0272	60,5	0,439	0,0625
Eyjar	0,412	0,0865	32,4	0,594	0,0417	67,6	0,267	0,0586
Landið	0,411	0,0579	39,5	0,509	0,0313	60,5	0,293	0,0432

Tafla 7. Frávikshlutfall (% staðalfrávik/meðaltal, E: *Coefficient of Variance*, CV) meðalvarpárangurs (fleygar pysjur/egg), meðalábúðar (egg/holu), og meðalviðkomu (fleygar pysjur/holu) eftir landsvæðum tímabilið 2010-2023.

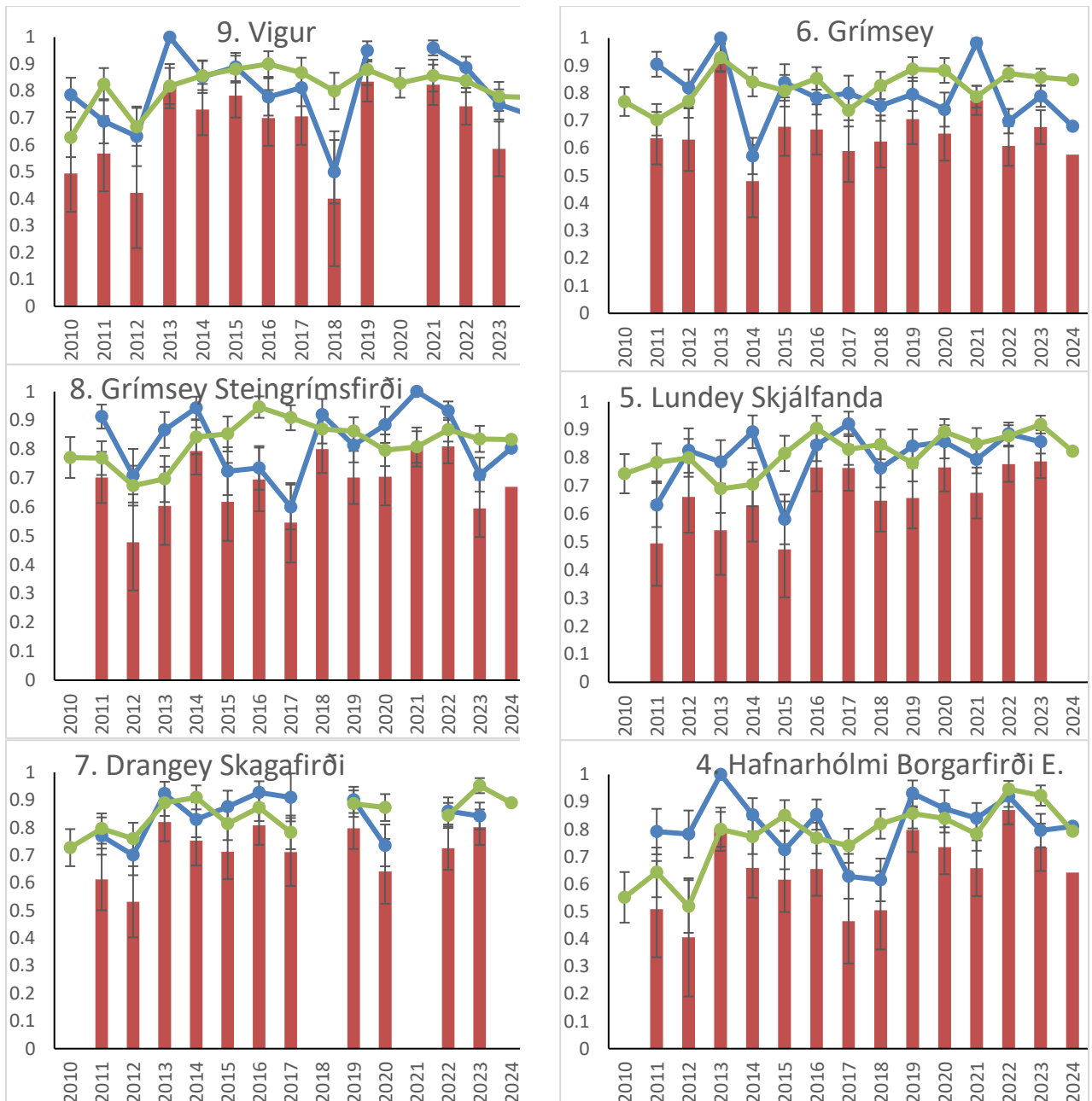
Svæði	CV Varpárangur (%)	CV Ábúð (%)	CV Viðkoma (%)
Norður	8,0	9,5	14,6
Vestur	50,9	29,2	60,2
Papey	48,0	14,0	53,2
Eyjar	76,8	26,2	81,2
Landið	46,7	20,4	48,9



© Richard Lewis

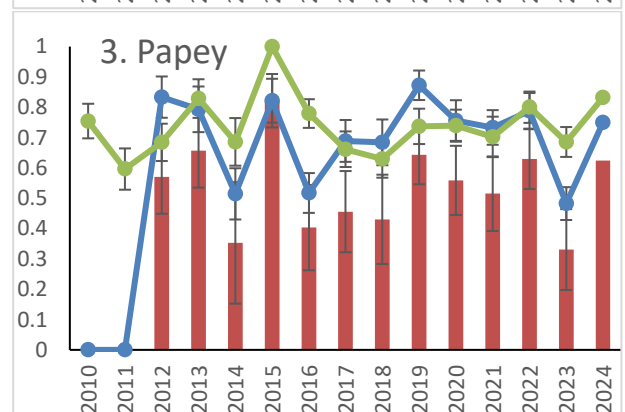
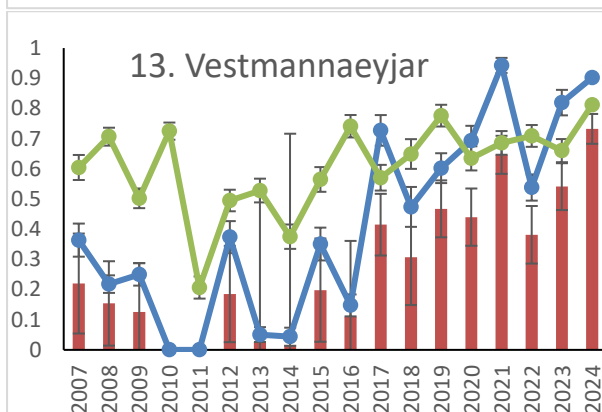
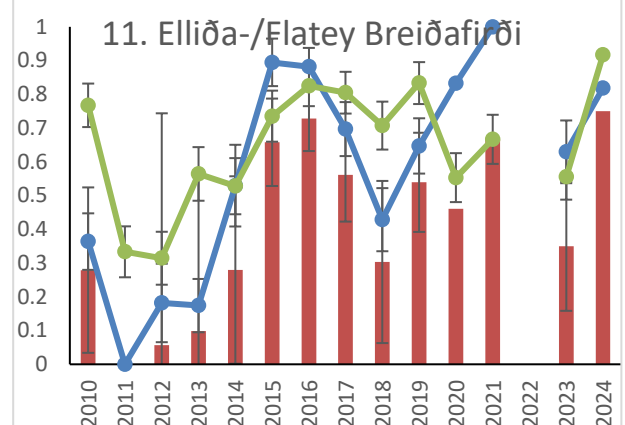
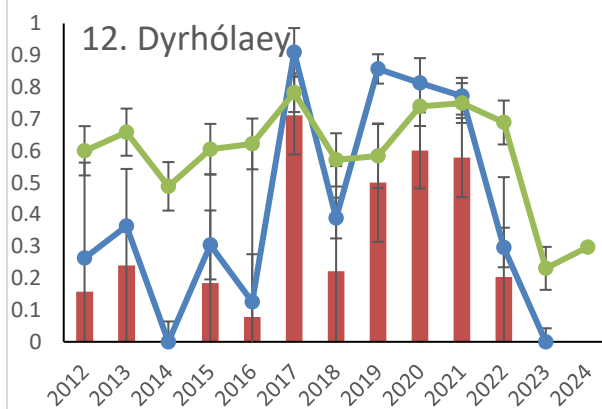
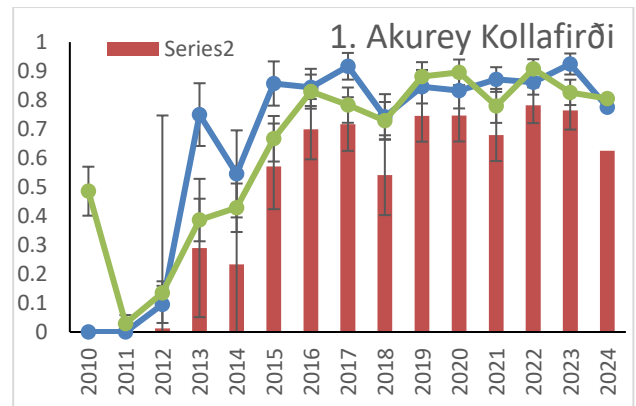
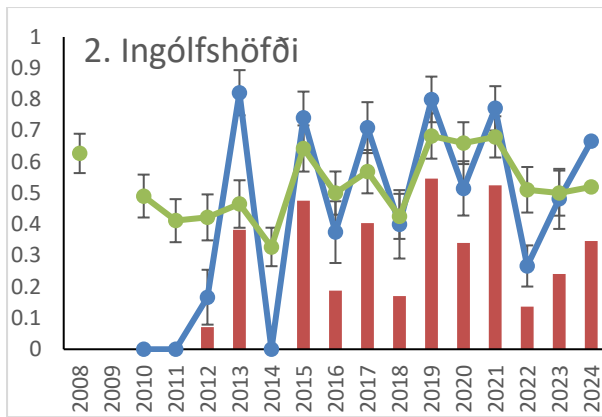
Frávikshlutfall er mælikvarði á hlutfallslegan breytileika í varpárangri, ábúð og viðkomu eftir landsvæðum (tafla 7). Frávikshlutfall ábúðar, varpárangurs og viðkomu er áberandi lágt á Norðursvæði (lítill breytileiki), og breytileiki áþekkur í varpárangri og ábúð. Frávikshlutfall er stærðargráðu stærra á Vestur- og Austursvæðunum. Frávikshlutfall varpárangurs á Austur- og Vestursvæðum er mun hærra en frávikshlutfall ábúðar. Helmingi minna frávikshlutfall er í ábúð á

Austursvæði en á Vestursvæði sem endurspeglar mikla aukningu í ábúð og varpárangri á Vestursvæði, en ábúð hefur verið fremur stöðug í Papey eftir viðkomubrest árin 2010-11. Frávikshlutfall varpárangurs í Vestmannaeyjum er tæplega helmingi hærri en á Austur- og Vestursvæðum, meðan frávikshlutfall ábúðar er áþekkt og á vestursvæði en tvöfalt hærri en á austursvæði.



8. Mynd. Viðkoma, varpárangur og ábúð í sex rannsóknabyggðum á Norðurlandi. Ófært var í Drangey 2018, 2021 og í júlí í Vigur 2020.

Skýringar: Varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína), ábúð (egg/varpholur, græn lína) og viðkoma (fleygar pysjur/hreiður, rauðar súlur). Númer byggða fylgja heimsóknaröð frá 2017, sjá staðsetningar á Mynd 2.



9. Mynd. Varpárangur, ábúð og viðkoma, í sex rannsóknabyggðum á vestur-, suður og austurlandi. Ófært var í Elliðaey í júlí 2020 og 2022. Minkur komst líklega í Dyrhólaey 2023.

Skýringar: Varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína), ábúð (egg/varpholu, græn lína) og viðkoma (fleygar pysjur/hreiður, rauðar súlur). Númer byggða fylgja heimsóknaröð frá 2017, sjá staðsetningar á Mynd 2.



© Richard Lewis

Vöktun líftala

Mæling líftölu fullvaxinna fugla var gerð með Cormack-Jolly-Seber aðferð sem byggir á árlegri skimun og aflestri á litmerktum fuglum í Litlu Rauf í Stórhöfða á Heimaey.¹⁸ Rannsóknin hófst 2008 með litmerkingu 31 varpfugla sem veiddir voru með yfirlegunetum sem lögð voru yfir varpholur. Lítið sást lítið af fugli í byggðum 2008-2014 og var því skipuleg skimun ekki stunduð. Sumarið 2014 voru 34 fuglar litmerktir og 2015 var gert merkingaátak með notkun mistneta og 223 varpfuglar litmerktir. Markmiðið hefur verið að litmerkja um 30 fugla árlega til að viðhalda

fjölda litmerktra í kringum 300 fugla. Samtals hafa verið litmerktir 380 fuglar í Stórhöfða. Skimunarátak hófst 2016 og til þess keypt öflug fjarsjá til að auðvelda aflestur sem og myndatökubúnaður með styrkjum frá **Náttúruverndarsjóði Pálma Jónssonar**. Lögð var áhersla á aflestra í maí en viðvera jókst á tímabili, en hefur minnkað aftur. Samtals hafa sést aftur 161 litmerktir fuglar í Stórhöfða frá upphafi, en árlegar endurheimtulíkur hafa verið lágar sem minnkar nákvæmni niðurstaðanna.

52 varpfuglar voru litmerktir í Hafnarhólma 21-24. maí 2020. Hugmyndin

var að fjölmargir ferðamenn sem heimsækja hólmann sendi myndir til Náttúrustofu Suðurlands



Varpfugl lit (HC3)- og stálmerktur í Stórhöfða, Heimaey



Varpfugl litmerktur HX6 á leið með fæðu til unga í Stórhöfða, Heimaey ©Harry Reed

Hefur þessi tilraun gengið óskum fram, en þar sem ekki er veitt í Hafnarhólma er náttúruleg líftala varpfugla mæld, auk þess að veita samanburð við líftölur í Vestmannaeyjum. Fyrsta mæling árlegrar líftölu 2021-2024 liggur nú fyrir og er **0,866 (SE 0,0317, 95%ÖM: 0,791-0,917)**. Þetta gefur 13,4% árlega dánartölu, sem næstum

tvöfalt hærri en almennt hjá lunda.⁹ Of snemmt er að reyna túlka þessa niðurstöðu í stærra samhengi. Hinsvegar er fyrirhugað árið 2025 að endurtaka þessa tilraun og litmerkja varpfugla á þremur vinsælum ferðamannastöðum og fá þannig mismun milli friðaðra varpa eftir landshlutum (náttúruleg dánartala), og með veiði (Grímsey, sem gefur mat á veiðidánartölu). Reyndar hófst þessi vegferð sumarið 2024 með litmerkingum 12 varpfugla í Vigur í Ísafjarðardjúpi.

Válistaflokkun

Niðurstöður stofnvöktunarinnar voru nýttar við flokkun lunda á heimsválista International Union for Conservation of Nature sem „Vulnerable“ („Í nokkurri hættu“) árið 2015:

<https://www.iucnredlist.org/species/22694927/132581443#assessment-information>



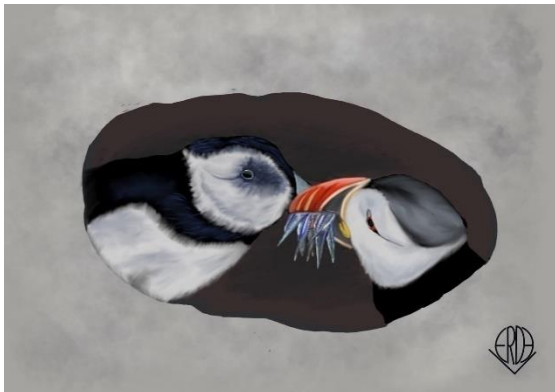
© Richard Lewis

Flokkun lunda á fuglaválista Náttúrufræðistofnunar Íslands árið 2018: „Í bráðri hættu“ („Critically Endangered“):

<https://www.ni.is/midlun/utgafa/valistar/fuglar/valisti-fugla> byggir einnig á upplýsingum úr lundavöktuninni.

Vöktun fæðu

Frá árinu 2011 hafa varpfuglar með fæðu í gogg verið ljósmyndaðir í júlí. Úrvinnsla allra mynda 2011-2023 er lokið og tölfræðileg úrvinnsla hafinn, en fyrirhugað er að gefa þessar niðurstöður út ásamt gögnum um viðkomu. Ekki verður fjallað sérstaklega um þessar niðurstöður frekar hér en til fróðleiks fyrir áhugasama eru niðurstöður (tíðni fæðugerða í fæðusýnum, E: Frequency of Occurrence) teknar saman fyrir allar í síðustu skýrslu stofnvöktunar lunda.



© Richard Lewis

Lífsýni hafa verið tekin til rannsókna á styrk ^{15}N og ^{13}C samsæta úr bæði villtum fuglum og hömum frá fyrri tímum í rannsóknasafni Náttúrufræðistofnunar Íslands og Zoologisk Museum í Kaupmannahöfn. Styrkmælingar segja m.a. til um af hvaða fæðuprepi fæða er étin á mismunandi árstímum.^{19,20} Helstu fyrirbyggjandi niðurstöður eru að lundar eru á sama fæðuprepi að vetri óháð í hvaða landshluta þeir verpa, sem kemur ekki á óvart enda eru vetrastöðvar þeirra sameiginlegar²¹. Á varptíma eru lundar í Eyjum hlutfallslega á lægra fæðuprepi en norðanlands, éta væntanlega hlutfallslega meira af ljósátu. Þessi mynstur hafa haldist áþekk að minnsta kosti síðastliðin 60 ár⁸.

Safnað var saursýnum í öllum rannsóknabyggðunum árin 2018, 2019 og 2021 til mælinga á þungmálmainnihaldi fæðu og er efnagreiningum lokið og úrvinnsla vel á veg kominn. Árið 2021 var einnig safnað stroksýnum úr „cloaca“ í flestum byggðum til að fæðugreininga með svonefndri DNA metabarcoding aðferð. Úrvinnsla stendur yfir. Þessi verkefni er unnin í samvinnu við háskólann í Szczecin í Póllandi (sjá rannsóknasamstarf).



© Richard Lewis

Lundatal Íslands

Gagnaöflun fyrir lundatal hófst 1983 en frumkvöðull þess var Arnþór Garðarsson heitinn, sem lést á nýársdag árið 2023 á fertugsafmæli lundatalsins. Arnþóri verður seint þakkað fyrir sitt framlag til vistfræðirannsókna á Íslandi og sú velvild sem hann gaf af sér. Arnþór hefði án notið þessara mynda Richard Lewis sem prýða þessa skýrslu, enda listamaður sjálfur. Eins og Arnþór orðaði sjálfur: „Þessu langtímaverkefni mun seint ljúka ef telja á allar lundaholur Íslands. Raunhæfari markmið til að fá sem besta hugmynd um

stofnstærð lunda er að mæla öll stóru og áætla afganginn skynsamlega.“ Um 90% stofnsins verpur í 21 alþjóðlega mikilvægum byggðum (IBA: Important Bird Area, >10.000 varppör) þegar Eyjar og Breiðafjörður eru hvor um sig taldar sem ein heild. 75% stofnsins verpur nú í einungis fimm byggðakjörnum: Vestmannaeyjum, Breiðafirði, Skrúð, Papey og Grímsey, en minnur eyddi líklega snemma að mestu mjög stórum vörpum á Mýrum í Borgarfirði, og einnig fjölmörgum smærri byggðum meðfram strönd Breiðafjarðar.

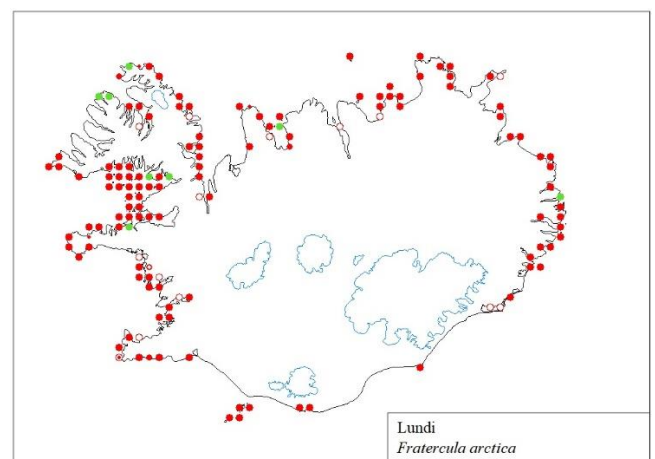
Þróun nýrrar aðferðafræði hefur staðið yfir undanfarin tvö ár með notkun drónamyndatöku með mismunandi myndatökubúnaði (1) (hnitsettar loftmyndir í hárrí upplausn og (2) Lidar (laser radar punktaský).

Niðurstöður liggja fyrir að Lidar sér í sér í gegnum gróður og greinir jafnframt allar holur nákvæmlega, sem gerir talningu þeirra auðveldar. Er þessi rannsókn er mögulega sú fyrsta þessa eðlis, og gerir kleyft að telja flest stærstu vörpin á næstu árum. Auðvelt er að endurtaka mælingar til samanburðar. Notkun dróna lofar mjög góðu til að kanna afskekktar byggðir hratt og vel. Almenn afkastageta er stórefld á mælingu hnitsettra og nákvæmra mælinga, um leið og hagkvæmni, tímasparnaður, en sérstaklega nákvæmni á mati holufjölda, þar sem breytileiki í þéttleikamælingum skapar um $\pm 25\%$ óvissu (95% öryggismörk) um meðaltöl. Þar sem allar holur eru taldar með Lidarum, verður breytileikinn nálægt núlli. Unnið er að fjármögnun drónans og fylgibúnaðar fyrir sumarið 2025. Náttúrustofa Suðurlands hefur þegar keypt grafsíska vinnslustöð og sérhæfðan hugbúnað (Agisoft Metashape) til úrvinnslu og byggingu þrívíðra líkana af byggðunum. Fyrirhugað er að byggja upp landfræðilegan gagnagrunn í QGIS fyrir Lundatal Íslands vorið 2025 og vonast er til

að gera þessi gögn aðgengileg á netinu í framhaldinu.



© Richard Lewis

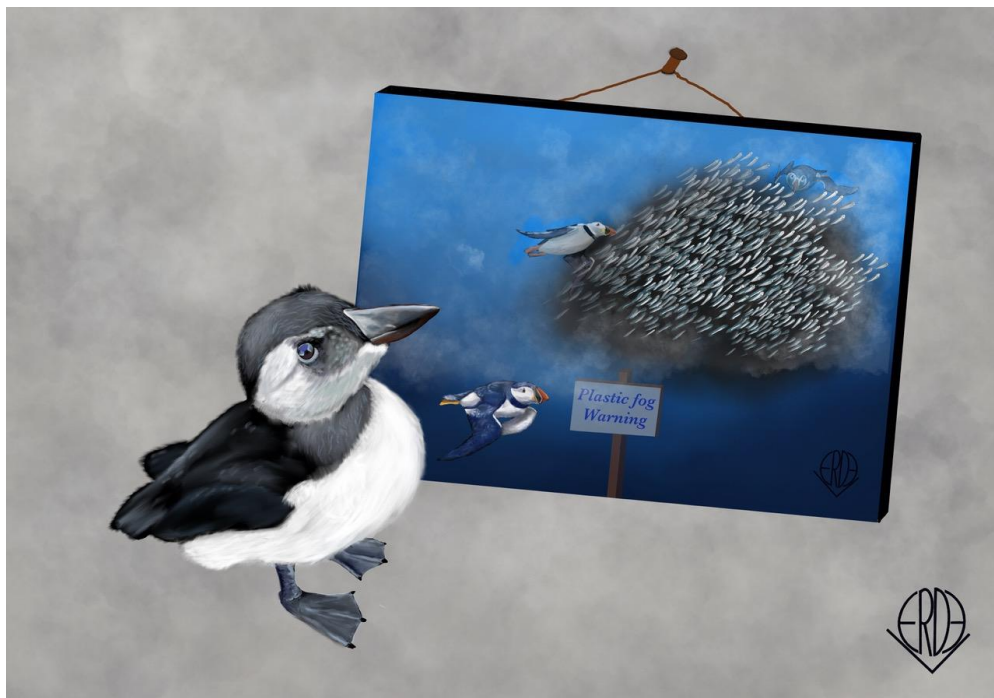


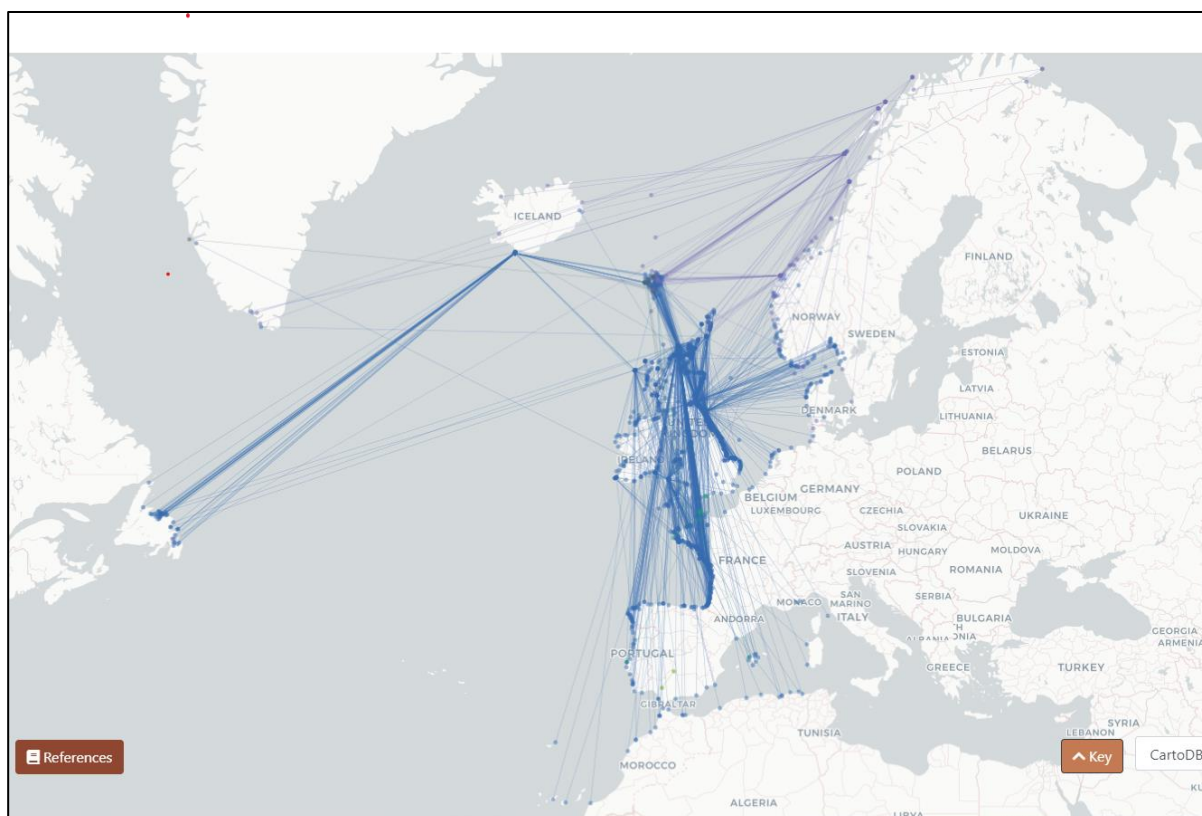
10. Mynd. Atlaskort Náttúrufræðistofnunar Íslands af 10x10 km útbreiðslu lunda á Íslandi. Varp er sýnt með rauðum punktum, og horfnir varpstaðir með grænum.

Könnun vetrarstöðva

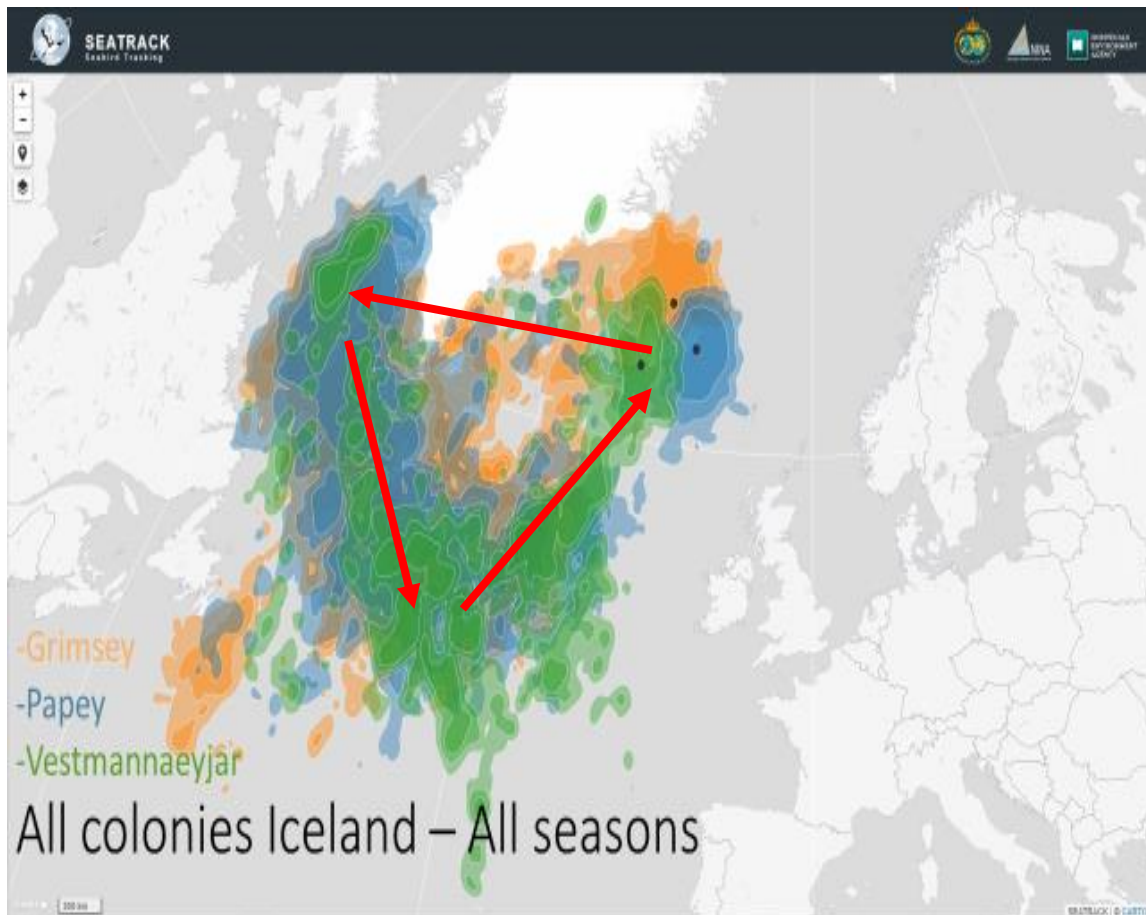
Starfsfólk Náttúrustofu Suðurlands hefur sett dægurrita á lunda síðan 2013 í fimm byggðum: Grímsey, Papey, Heimaey, Elliðaey Vestmannaeyjum og Hafnarhólma í Borgarfirði Eystra, samtals 626 tæki árið 2023²². Frá 2014 hefur þetta verkefni verið innan vébanda alþjóðlegs samstarfs í SEATRACK verkefninu sem Norðmenn fjármagna og stjórna <https://seapop.no/en/seatrack/>. 20 ritar hafa verið settir á árlega í Papey og Grímsey síðan 2014. Árið 2019 var Elliðaey í Vestmannaeyjum bætt við kerfið með ásetningu 25 rita. Frá árinu 2020 voru einnig settir ritar á lunda í Stórhöfða. Dægurritar skrá daglega daglengd og tímasetningu, og þarf að ná fuglunum ári

seinna til að hlaða niður gögnunum. Með þessum upplýsingum er hægt að staðsetja fuglana daglega með um 180 km nákvæmni utan jafndægra. Samtals hafa 234 dægurritar verið endurheimtir til og með 2023. Núverandi þriðji fasi verkefnisins mun standa til 2026, og var landfræðilegt umfang stækkað í vestur með þátttöku Kanada, Grænlands og Írlands árið 2019 og inniheldur nú allt norðanvert N-Atlantshaf. Þetta verkefni er orðið hið stærsta sinnar tegundar á heimsvísu. Vetrarstöðvar lunda voru kortlagðar í fyrsta sinn í þessu verkefni árið 2017²¹.





11. Mynd. Ferðir lunda milli landa samkvæmt niðurstöðum hefðbundinna merkinga (www.migrationatlas.org). Nýfleygar pysjur fara frá Íslandi til Nýfundnalands að hausti, og unglundar (2-4 ára) fara töluvert frá Íslandi til Færeyja á varptíma, og er metið að þeir séu um 8% veiðinnar þar²³. Í stuttu máli má lýsa fyrsta ári Íslenskra lunda þannig að eftir að unginn yfirgefur holuna í lok varptímans fara þeir til Grand Banks við Nýfundnaland, a.m.k. að einhverjum hluta, en fækkar þar í desember. Þeir færa sig fjær landi um svipað leiti og varpfuglar sem yfirgefa Labradorhaf og fljúga suður á slóðir Heljargjár í Atlantshafshryggnum, en ekki er vitað hvert ungfuglarnir fara..



12. Mynd. Niðurstöður kortlagningar vetrarstöðva Íslenskra lunda með dægurritum²¹. Svartir feringar sýna byggðir þar sem dægurritar voru settir á: Grímsey, Papey og Vestmannaeyjar, dreiging fugla frá hverri byggð er sýnd með miskunandi litum. Lundar fara að hausti til Labradorhafs, og þaðan í suður yfir Atlantishafshrygginn um áramót, og að síðustu aftur til varpana. Fylgir þessi þríhyrningur flæðistefnu Norðurheimskautshvrfllisins (E: Sub-polar Gyre).



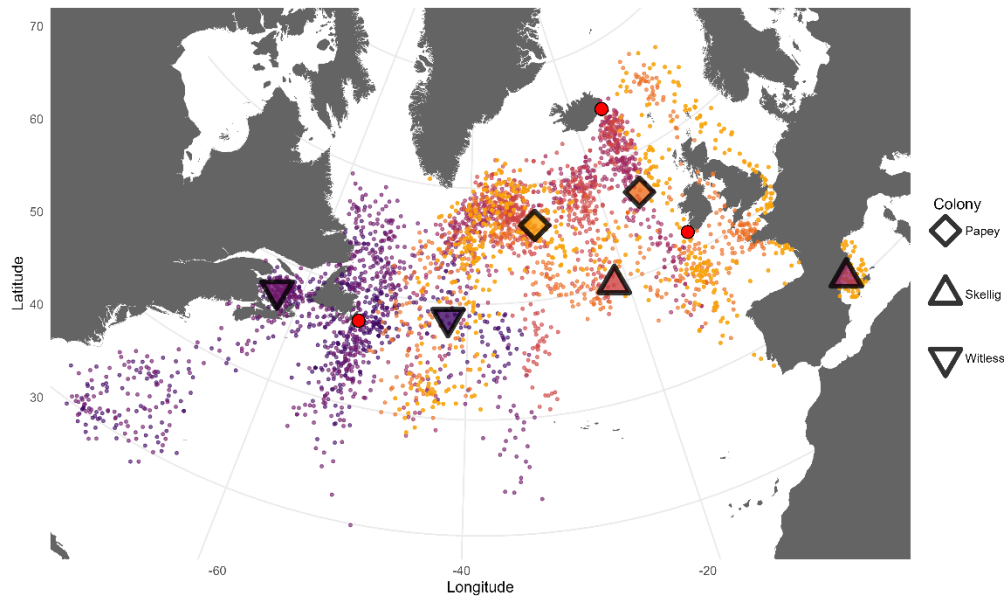
Lundi með tvo dægurrita og fisklirfur í Papey, ljósmynd Harry Read

Könnun fellistöðva og fellitíma

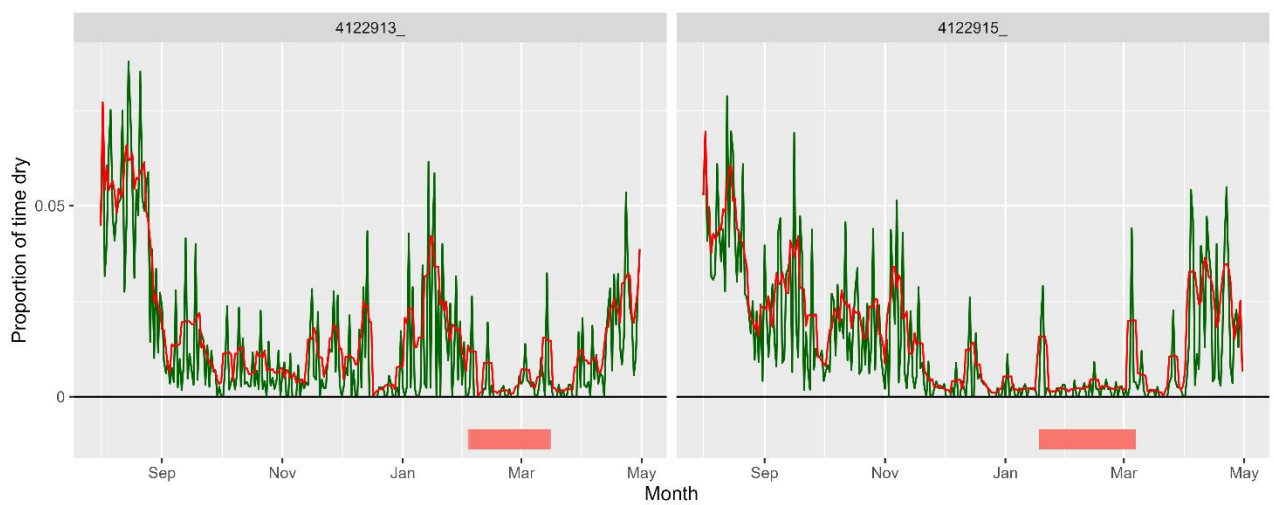
Með því að setja tvo dægurrita á lunda er bæði hægt að tímasetja og staðsetja fellitíma sem reyndist vera 46-77 dagar hjá fjórum fuglum í frumathugunum²⁴. Lundi eins og aðrir svartfuglar er ófleygur þar sem hann fellir allar handflugfjaðrirnar samtímis. Það er mikilvægt að finna fellistöðvarnar þar sem fellitíminn virðist vera mjög langur, en fæðuskortur í fáeina daga er lunda lífshættulegur sem ófleygir fuglar geta ekki flúið.

Í tilraun til að kortleggja fellistöðvar Íslenskra lunda, voru einnig gerðar samtíma tilraunir m.a. á Nýfundnalandi, Noregi, Írlandi og Skotlandi. Settir voru tveir dægurritar á 13 fugla í Papey sumarið 2023 og náðust 3 aftur 2024. Settir voru dægurritar á 19 fugla í Grímsey árið 2024. Heimtur voru ekki góðar í samanburði við fugla með einn rita, en einhverjar endurheimtur bætast væntanlega við sumarið 2025.

Hér má sjá fyrstu gögn frá tveimur fuglum í Papey (unnið er að ná gögnum úr þeim þriðja), sem og öðrum vörpum utan Skotlands.



13. Mynd. Fellistöðvar tveggja lunda úr Papey, sýndir með gulum tíglum.



14. Mynd. Fellitími tveggja lunda úr Papey 2023-24 (rauðlitað strik). Fuglarnir eru ófleygir í um 45 daga í febrúar-mars. Línuritið sýnir hlutfallslegan tíma þegar dægurritarnir eru þurrir (á flugi).



Kynning niðurstaða

Niðurstöður vöktunar lundastofnsins og tengd verkefni hafa verið kynnt opinberlega með fyrirlestrum, fjölmörgum viðtölum í fjölmiðlum og fréttafærslum á Facebook undir „Náttúrustofa Suðurlands“. Niðurstöður úr þessu verkefni eru hagnýtt af framhaldsnemum á háskólastigi og í samstarfi við fræðimenn innanlands og utan.

Erindi

Fjallað var um stofnbreytingar hjá Íslenskum sjófuglum 1898-1941 byggt á veiðitölum í erindi á ráðstefnu Vistfræðifélags Íslands (Ecolce 2023) 24-25. Mars á Laugarbakka. Erpur S. Hansen: *Centurial population control dynamics*.

Fjallað var um vistfræði lunda í gestafyrirlestri hjá Heimholtz Hereon Zentrum í Hamborg Þýskalandi 2. Apríl. „*phenological regime shift in puffin breeding phenology and production*.“

Haldið var erindi um stofnbreytingar á lunda á stofnvinnufundi WGICE/ICES alþjóða hafrannsóknaráðsinsum stöðu og þróun í umhverfi og lífríki sjávar innan Íslensku efnahagslögsögunar 21. Nóvember á Hafrannsóknastofnun.

Niðurstöður og staða stofnvöktunar lunda voru kynntar fyrir stjórn „nefndar um sjálfbærar veiðar“ 3. Desember.

Rannsóknasamstarf

1. SEATRACK. Náttúrustofa Suðurlands hefur verið þátttakandi í alþjóðlega samstarfsverkefninu SEATRACK um kortlagningu vetrarstöðva 15 sjófuglategunda í 68 byggðum í öllu Norður Atlantshafi síðan 2014. Niðurstöður má skoða í gagnvirkri kortavefsjá: <http://www.seapop.no/en/seatrack/> ⁶.

2. ARCTOX. Safnað hefur verið lífsýnum úr endurheimtum lundum með dægurrita til mælinga á kvikasilfri, lífrænum eiturefnum og stöðugum ísótópum (C og N) í samstarfsverkefni tengdu SEATRACK undir stjórn Jerome Fort við La Rochelle háskóla í Frakklandi. <https://www.arcticbiodiversity.is/index.php/program/presentations2018/586-rctox-a-pan-arctic-sampling-network-to-track-the-mercury-contamination-of-arctic-seabirds-and-marine-food-webs-jerome-fort>

Meistararitgerð Rojo Mélyne kom út 2022 við La Rochelle háskóla og fjallaði um kvikasilfursmengun í lunda við Ísland, sem eykst frá suðri til norðurs: *Contamination*

par le mercure des oiseux marins arctiques.

Unnið er að sameina allar tiltækar þungmálmagreiningar í ritrýnda grein.

3. CLIMSTAT. Alþjóðlegur hópur sérfræðinga rannsakaði samband lundaveiði í Vestmannaeyjum við sjávarhita í 134 ár ².

Hansen, E.S., H. Sandvik, K.E. Erikstad, N.G. Yoccoz, T. Anker-Nilssen, J. Bader, S. Descamps, K. Hodges, M.d.S. Mesquita, T.K. Reiertsen, Ø. Varpe (2021). Centennial relationships between ocean temperature and Atlantic puffin production reveal shifting decennial trends. *Global Change Biology* **27**: 3753-3764 <https://doi.org/10.1111/gcb.15665>

4. Szczecin háskóli, Pólland. Samstarfssamningur var undirritaður 5. maí 2018 og eru nokkur rannsóknaverkefni tengd lunda í gangi:

4a. Fæða lunda í rannsóknabyggðum árið 2021 með „DNA Metabarcoding“ greiningu á stroksýnum. Úrvinnsla yfirstandandi.

4b. Þungmálmmainnihald Íslenskra lunda eftir landshlutum. Gagnasöfnun lokið 2021. Handritun yfirstandandi.

4c. Vírusar í sjófuglum (þ.m.t. lunda), fuglaflensa o.fl. vírusar. Gagnasöfnun lokið 2021. Engir sýktir fuglar fundust en

um helmingur var með mótefni við venjulegri fuglaflensu. M.S. verkefni Teresa M. Dembinska við Háskólann á Hólum.

5. Erfðafræðileg stofngerð lunda í Atlantshafi. Samstarf hófst árið 2018 undir stjórn Sanne Boessenkool við Óslóarháskóla í Noregi, en úrvinnsla var hluti doktorsverkefnis Olivers Kersten og lauk 2021 með útgáfu greinar:

Kersten, O. o.fl. (2021). Complex population structure of the Atlantic puffin revealed by whole genome analyses. *Nature Communications Biology* **4**: 922 <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02415-4>

6. Samanburður á fæðuöflunarháttum lundaforeldra með GPS og á fæðu foreldra og unga með DNA Metabarcoding: Skomer í Wales, Hernyken í Lofoten í Noregi, í Grímsey og Heimaey árið 2018. Annette Fayet við Oxford háskóla var verkefnisstjóri.

Fayet, A., Clucas, G., Anker-Nilssen, T. Syposz, M., & Hansen, E.S. (2021). Local prey shortages drive foraging costs and breeding success in a declining seabird, the Atlantic puffin. *J. of Animal Ecology* **90**: 1-13. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13442>

7. Kortlagning örveruþarmaflóru (E: microbiome) lunda. Þetta verkefni var undir stjórn Gary King við fylkisháskólann í Louisiana, Baton Rouge BNA og lauk 2022

með samantekt í meistararitgerð Eric Jose Ramon Martinez árið 2022: *Analysis of geographic careiability of fecal microbiomes of Fratercula arctica and cross-comparison of fecal microbiomes of different avian feeding types.*

https://repository.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6681&context=gradschool_theses



8. Tímasetning þörungablóma og viðkoma lunda í Vestmannaeyjum. Samstarfsaðilar Hjálmar Hátún Havstofan Færeyjum og Kristinn Guðmundsson o.fl.. Handrit er í undirbúningi.

9. Erfðafræðileg stofngerð sjófuglamítla (lundalúsa) á lunda með örtunglagreiningu. M.S. verkefni Nathan Parris við háskólasetur Vestfjarða. Einnig í samstarfi við **Szczecin háskóla**, Póllandi. Aðalleiðbeinandi Erpur S. Hansen.

10. Stofnvöxtur, nýliðun, og hlutfall lundapara sem sleppa úr varpi. M.S.

verkefni Anni Teperi við háskólasetur vestfjarða. Aðalleiðbeinandi Erpur S. Hansen.

Þakkir

Frá upphafi hafa fjölmargir aðstoðað við stofnvöktun lundans á ýmsa vegu og hljóta verðskuldaðar þakkir fyrir! Þátttakendur stofnvöktunar lunda 2024 voru Björg Harðardóttir, Erpur S. Hansen, Edwin Towler, Harry Reed, Matteo Di Nardi, Mayline Strouk, Lucas Hernández Canas. Vigfús Svavarsson smíðaði fjórar holumyndavélar á árinu og hélt þeim gangandi. Richard Lewis lagði til teikningarnar sem prýða þessa skýrslu. Rodrigo Ademar Martínéz Catalan sá um gagnaumsýslu literkinga og pysjueftilits. Fá þau ómældar þakkir fyrir. Veiðikortasjóður, Rannsóknasjóður, Minningarsjóður Pálma Jónssonar í Hagkaup og Náttúrustofa Suðurlands styrktu rannsóknirnar.

Heimildir

- 1 Edwards, M. *et al.* North Atlantic warming over six decades drives decreases in krill abundance with no associated range shift. *Communications biology* **4** (2021). <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s42003-021-02159-1>
- 2 Hansen, E. S. *et al.* Centennial relationships between ocean temperature and Atlantic puffin production. *Glob. Change Biol.* **27**, 3753-3764 (2021). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gcb.15665>
- 3 Hansen, E. S. Stofnvöktun lunda 2018. Framvinduskýrsla til Umhverfisstofnunar. 29 (Náttúrustofa Suðurlands, 2018).
- 4 Hansen, E. S. Stofnvöktun lunda 2017. Áfangaskýrsla til Umhverfisstofnunar. 15 (Náttúrustofa Suðurlands, Vestmannaeyjar, 2017).
- 5 Hansen, E. S. Lundarannsóknir 2014. Vöktun viðkomu, fæðu, líftala & könnun varpstöðva. Skýrsla til Veiðikortasjóðs, júní. http://www.nattsud.is/skrar/file/170915_puffin_report_2014.pdf. 45 (Náttúrustofa Suðurlands, Vestmannaeyjar, 2015).
- 6 Hansen, E. S. Lundarannsóknir 2015. Vöktun viðkomu, fæðu, líftala & könnun varpstöðva. Skýrsla til Veiðikortasjóðs, október. <http://www.nattsud.is/skrar/file/Lundarannsoknir2015.pdf>. 24 (Náttúrustofa Suðurlands, Vestmannaeyjar, 2015).
- 7 Hansen, E. S. & Garðarsson, A. Lundarannsóknir 2012: Vöktun viðkomu, fæðu, heildarstofnmat, meðalfæðuprep sumar og vetur, vetrarstöðvar og sjálfbærni veiða. Nóvember. Skýrsla til Veiðikortasjóðs. http://www.nattsud.is/skrar/file/puffin_report_2012.pdf. 34 (Náttúrustofa Suðurlands, Vestmannaeyjar, 2012).
- 8 Hansen, E. S. & Garðarsson, A. Lundarannsóknir 2013: Vöktun viðkomu, fæðu, líftala, & könnun vetrarstöðva. Desember. Skýrsla til Veiðikortasjóðs. <http://www.nattsud.is/skrar/file/Lundarannsoknir2013.pdf>. 59 (Náttúrustofa Suðurlands, Vestmannaeyjar, 2013).
- 9 Harris, M. P. & Wanless, S. *The Puffin*. (T & A D Poyser, 2011).
- 10 Kersten, O. *et al.* Complex population structure of the Atlantic puffin revealed by whole genome analyses. *Communications Biology* **4** (2021). <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s42003-021-02415-4>
- 11 Petersen, Æ. Size variables in Puffins *Fratercula arctica* from Iceland, and bill features as criteria of age. *Orn. Scand.* **7**, 185-192 (1976).
- 12 Helgason, H. H. *Survival of Atlantic Puffins (Fratercula arctica) in Vestmannaeyjar, Iceland during different life stages* Magister Scientiarum thesis, University of Iceland, (2012).
- 13 Garðarsson, A. *et al.* Starfshópur umhverfisráðherra um verndun og endurreisn svartfuglastofna. Greinargerð og tillögur starfshópsins. http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/Tillogur-svartfuglahops-2011.pdf. 39 (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, Reykjavík, 2011).
- 14 von Schmalensee, M. *et al.* Vernd, velferð og veiðar villtra fugla og spendýra. Lagaleg og stjórnsýsluleg staða og tillögur um úrbætur. Skýrsla unnin fyrir umhverfis- og auðlindaráðherra. http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/Vernd-velferd-og-veidar-LOKA-8-mai-2013.pdf. 361 (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, Reykjavík, 2013).
- 15 Lebreton, J.-D. Dynamical and statistical models for exploited populations. *Aust. N. Z. J. Stat.* **47**, 49-63 (2005).
- 16 Ásgeirsson, Á. *Varpvistfræði lunda á Breiðafirði* B.S. thesis, Háskóli Íslands, (2010).

- 17 Hansen, E. S., Sigursteinsson, M. & Garðarsson, A. Lundatal Vestmannaeyja. *Bliki* **31**, 15-24 (2011).
- 18 Williams, B. K., Nichols, J. D. & Conroy, M. J. *Analysis and management of animal populations*. (Academic Press, 2002).
- 19 Hobson, K. A. & Clark, R. A. Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of ¹³C in tissues. *Condor* **94** (1992).
- 20 Hobson, K. A. & Clark, R. A. Assessing avian diets using stable isotopes II: factors affecting diet-tissue fractionation. *Condor* **94** (1992).
- 21 Fayet, A. L. *et al.* Ocean-wide drivers of migration strategies and their influence on population breeding performance in a declining seabird. *Curr Biol* **27**, 1-8 (2017).
- 22 Hansen, E. S., Sigurðsson, I. A., Þórarinnsson, Þ. L. & Þórisson, B. Vetrarstöðvar íslenskra lunda. *Veiðidagbók Umhverfisstofnunar* **20**, 18-21 (2015).
- 23 Olsen, B., Jens-Kjeld, J. & Reinert, J. Populations of Guillemots, Razorbills and Puffins in Faroes waters as documented by ringed birds. Report No. GEM Report No. C22-161-1, (2000).
- 24 Darby, J. H. *et al.* A new biologging approach reveals unique flightless molt strategies of Atlantic puffins. *Ecology and Evolution* **12**, e9579 (2022).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ece3.9579>