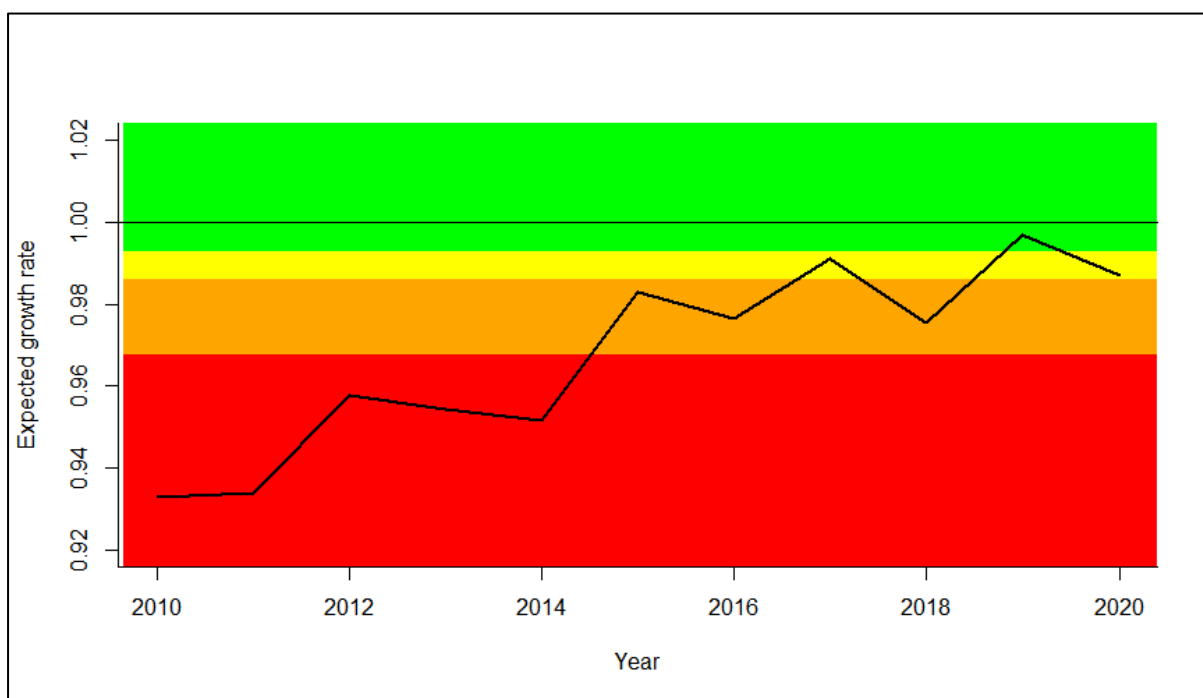




STOFNVÖKTUN LUNDA 2020

Áfangaskýrsla til Umhverfisstofnunar



Árlegur stofnvöxtur lunda (λ) á Íslandi 2010-2020. Stofninn vex þegar $\lambda > 1$ og rénar þegar $\lambda < 1$. $\lambda = 1$ er sýnt með svartri láréttri línu. Veiðar eru stofnvistfræðilega ósjálfbærar þegar þegar $\lambda < 1$. Margfeldis meðaltal λ árin 2010-2020 er 0,967, eða -2,5% fækkun á ári. Reiknuð fækkun árabilið 2003-2020 er -45%. Litir sýna IUCN válistaflokka (E: Red list) sem viðkomandi stofnvöxtur raðast í hvert ár. Rauður: Í bráðri hættu; appelsínugulur: Í hættu; gulur: Í nokkurri hættu; grænn: Ekki í hættu.

Erpur Snær Hansen

1. desember 2020



NÁTTÚRUSTOFA SUÐURLANDS

SAMANTEKT

Árlegur meðalstofnvöxtur Íslenska lundastofnsins á landsvísu hefur aukist árabilið 2010-2020 en er ennþá ($\lambda=0,967$) undir stofnvistfræðilegum sjálfbærnimörkum ($\lambda = 1$) og líklega frá árinu 2003 þegar sjávarhiti náði hámarki, og hafa veiðar verið ósjálfbærar allan þennan tíma. 2003-2019 voru veiddir 1.081.037 lundar samkvæmt veiðiskýrslum sem ber að skoðast sem lágmarkstala. Lundaveiði á landsvísu hefur dregist saman um 90% árin 1995-2019, en samdrátturinn 1995-2007 nemur 73 prósentustigum, þ.e. áður en dregið var úr sókn. Hlutdeild lundaveiði á Norðursvæði hefur farið að meðaltali úr 27% í 85% af heildarveiði fyrir og eftir 2007. Líklegt er að lækkuð viðkoma lunda skýri að mestu þennan samdrátt í veiðum, sem aftur endurspeglar neikvæð áhrif sjávarhitaaukningar og líklega fleiri umhverfispáttá á aðalfæðutegundir lunda. 40% Íslenska lundastofnsins verpur í Vestmannaeyjum en líftala varpfugla þar hefur verið eðlileg (0,92) frá 2008, en viðkoma í Eyjum hefur jafnframt verið lægst á landinu og á stærsta hlutdeild í fækkun í stofninum sem hefur dregist saman um 45% árabilið 2003-2020. Mikill munur hefur verið í viðkomu, varpárangri og ábúð milli fjögurra landshluta. Viðkoma hefur verið hæst og stöðug á Norðursvæði, sandsíli er nú algeng fæða þar (en loðna fyrir aldamót), og stofnvöxtur >1 . Á Austursvæði (Papey) náði stofnvöxtur sér á strik eftir algeran viðkomubrest árin 2010 og 2011 og hefur sveiflast í kring um sjálfbærnimörkin og fæða einkennst af lirfum loðnu og sílis. Á Vestursvæði (Faxaflóa og Breiðafirði) hafa orðið mestar breytingar, með mikilli aukningu í viðkomu, varpáangurs og ábúðar, stofnvöxtur hefur frá 2015 sveiflast við sjálfbærnimörkin. Sandsíli hefur aukist verulega þar í fæðuburði lunda síðustu ár, mest í Faxaflóa. Stofnvöxtur lunda hefur verið lægstur í Vestmannaeyjum, en hefur aukist verulega frá 2017. Stofnvaxtaraukning í Eyjum er drifin áfram af mikilli aukningu á ljósátu (*Meganyctiphanes norvegica*) í fæðu Eyjalunda. Rauða sævesla er einnig algeng fæða en í mun minna magni.

EFNISYFIRLIT:

SAMANTEKT	2
EFNISYFIRLIT	3
1. INNGANGUR	
1.2. Meginmarkmið	5
2. AÐFERÐIR	
2.1 Lundaveiði	5
2.2 Aldurssamsetning veiði	6
2.3 Vöktun viðkomu	6
2.4 Vöktun líftala	9
2.5 Leslie stofnlíkan	10
3 NIÐURSTÖÐUR	
3.1 Veiðitölur 1995-2018	14
3.2 Aldurssamsetning veiði	15
3.3 Viðkoma eftir landshlutum	18
3.4 Stofnvöxtur Íslenska lundastofnsins	24
3.5 Stofnvöxtur innan svæða	25
3.6 Válistaflokkun	28
3.7 Vöktun fæðu	28
3.8 Lundatal Íslands	29
3.9 Könnun vetrarstöðva	30



4. VEIÐIRÁÐGJÖF	31
5. KYNNING NIÐURSTAÐA	32
5.2 Ráðstefnur	33
6. ERLENT SAMSTARF	34
7. ÞAKKIR	35
8. HEIMILDIR	36



Lundakippa © Cornelius Schlawe

1. INNGANGUR

Náttúrustofa Suðurlands veitir stjórnvöldum og landeigendum veiðiráðgjöf sem er grundvölluð á stofnvöktun lunda sem hófst árið 2010. Tilgangur vöktunarinnar er að lýsa ástandi Íslenska lundastofnsins og hvaða þættir stjórna stofnbreytingum. Á þessum grunni er veitt veiðiráðgjöf. Í þessari skýrslu er teknar saman fyrirliggjandi niðurstöður vöktunar 2010-2020. Skýrslan er skrifuð til að uppfylla samning milli Umhverfisstofnunar og Náttúrustofu Suðurlands frá 24. Apríl 2020 um fjármögnun stofnvöktun á lunda 2020-2022 [1, 2] og er Erpur Snær Hansen verkefnisstjóri.

1.2 Meginmarkmið

Vöktun á lundastofninum hefur sjö meginmarkmið til mælinga: (1) viðkoma, (2) aldursdreifing kynþroskahlutfalls, (3) líftölu varpfugla, (4) aldurshlutföll í veiði, (5), samantekt veiðitala, (6) heildarstofnstærðarmat og (7) fæðusamsetningu. Verkefnið hefur einnig verið hagnýtt til tíu alþjóðlegra rannsóknasamvinnuverkefna, til dæmis kortlagningu vetrarútbreiðslu lunda með dægurritum. Viðkoma, kynþroskahlutfall, líftölur og varphlutfall eftir aldri eru notuð til að reikna stofnvöxt í Leslie stofnlíkani, og þar með sjálfbærni veiða. Öll gögn sem hefur verið safnað í stofnvöktun lunda eru varðveitt á Náttúrustofu Suðurlands og mest af þeim aðgengileg: www.nattsud.is [3-6] og á vef Umhverfisstofnunar www.ust.is.

2. AÐFERÐIR

2.1 Lundaveiði

Veiðitölur voru fengnar úr veiðiskýrslum til Umhverfisstofnunar 1995-2019 www.ust.is, og úr veiðidagbókum Bjargveiðifélaga Vestmanneyja. Veiðitölur UST eru sundurliðaðar í sex veiðisvæði frá og með 1998. Veiðitölur utan Eyja fyrir árið 2003 voru eyðilagðar sem mótmæli við rjúpuveiðibanni. Veiðitölur 2003 voru brúaðar sem meðaltal áranna 2001-2002 og 2004-2005. Veiðitölur frá veiðisvæðunum: Vestfirðir, Norðurland vestra og eystra voru sameinaðar í eitt svæði „Norðursvæði“. 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 (UST hóf

að svæðaskipta veiðitölum árið 1998) sem sama hlutfall af veiði í Eyjum árabilið 1998-2009 (meðaltal 0,536, staðalfrávik 0,1724).

2.2 Aldurssamsetning veiði

Samtals hafa 20.555 fuglar í afla veiðimanna verið aldursgreindir með því að telja grópir í goggi fuglanna frá 1996 [7]. 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 1961-1982 [8]. Í Eyjum voru að jafnaði til helminga tveggja og þriggja ára fuglar annarsvegar og fjögurra ára og eldri hinsvegar (tafla 3).

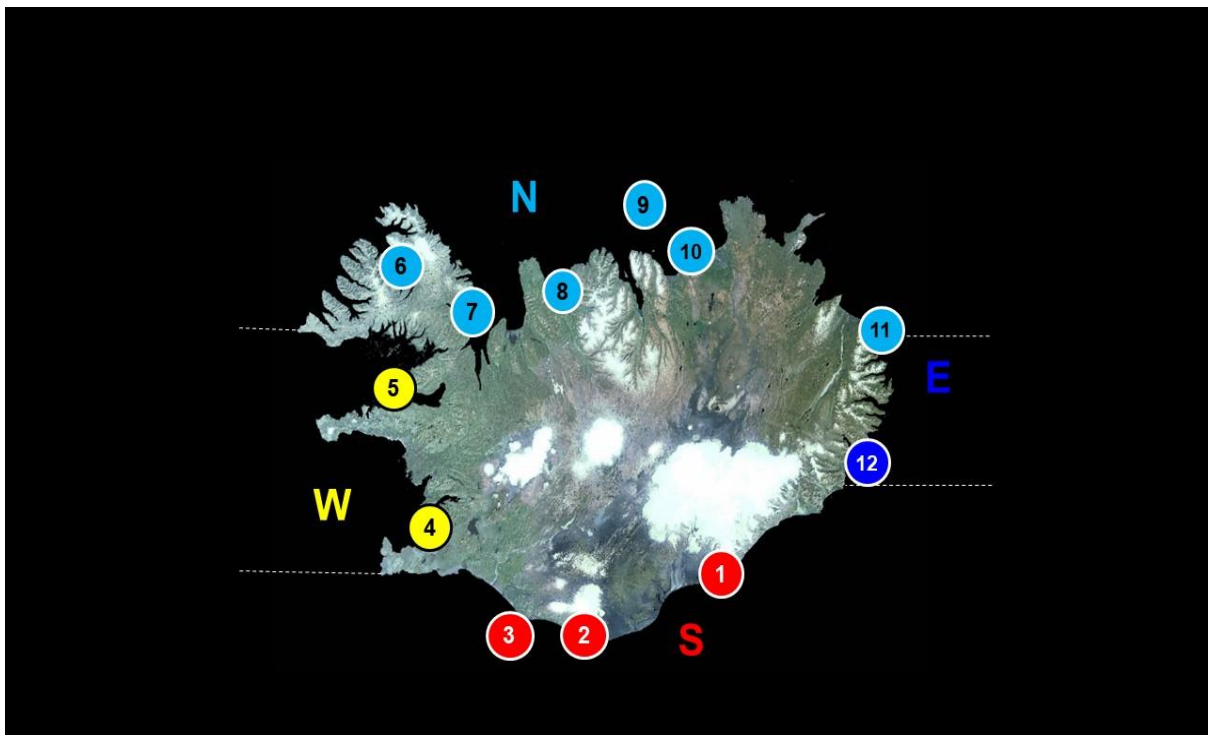


Unnið við ljósmyndun lundagogga til aldursgreininga © Cornelius Schlawe

2.3 Vöktun viðkomu

Tólf lundavörp umhverfis landið voru heimsótt tvisvar sinnum yfir varptímann, í júní og júlí. 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 eggjum (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 (fleygir 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 tekin er saman viðkoma, varpárangur og ábúð og reiknuð aðhvarfsjafna og fylgni hvernar tímaraðar fyrir hverja byggð til einföldunar á samanburði. Niðurstöður eru dregnar saman innan fjögurra landssvæða sem markast af Reykjanestá, Bjargtöngum, Glettinganesi og Eystra Horni (1. 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 gögn fyrir hvert landsvæði með heildarholufjölda hvers landsvæðis (tafla 2.).



1. Mynd. Staðsetning rannsóknabyggða í númeraröð og skilgreining landsvæða með bókstöfum: (1) Ingólfshöfði, (2) Dyrhólaey, (3) Vestmannaeyjar, (4) Akurey, (5) Elliðaey, (6) Vigur, (7) Grímsey á Steingrímsfirði, (8) Drangey, (9) Grímsey, (10) Lundey á Skjálfanda, (11) Hafnarhólmi á Borgarfirði Eystra, og (12) Papey. Landsvæði markast af Reykjanestá, Bjargtöngum, Glettinganesi og Eystrahorni.



Vöktun viðkomu í Hafnarhólma með holumyndavél

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 (2010-2016) 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 Vestmanneyjum 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 austanlands, næst norðanlands, svo vestanlands og síðast sunnanlands. Farið hefur verið rangsælis um landið (heimsóknaröð byggða: 4, 1, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 2, 3, sjá byggðanúmer á 1. Mynd). Meginmarkmið þessarar endurskoðunar var að fjölga hreiurdögum milli heimsókna, sem eykur líkur á að nema afföll, og forðast að vera of seint á ferðinni í vörpum sem eru snemmbúnari.

Í Júlí 2020 ollu bæði veður og brotinn öxull töfum sem færði tímasetningu leiðangursins of nálægt verslunarmannahelginni. Ekki fengust ferðir í Vigur og Elliðaey á Breiðafirði sökum þessa, og lauk leiðangrinum með ferð í Dyrhólaey 4. Ágúst. Þar sem varpstofn á Breiðafirði er næststærstur og hefur þar af leiðandi mikið vægi í stofnvexti á landsvísu var reiknuð hámarksviðkoma í Breiðafirði með því að nota varpárangur í Akurey á Faxaflóa (0,83).

2.4 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 ([9], Tafla 2). Rannsóknin hófst 2008 með litmerkingu 31 varpfugla sem veiddir voru með yfirlegunetum sem lögð voru yfir varpholur. Þessi veiðiaðferð kostar mikla yfirlegu og fóru netin ekki vel með fiðrið. Almennt sást lítið af fugli í byggðum 2008-2014 og var því skipuleg skimun ekki stunduð. Sumarið 2015 var gert merkingaáttak 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 373 fuglar í Stórhöfða. Skimunaráttak 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 hefur aukist í byggðunum á þessum tíma seinni ár sem og síðsumars. Sett var upp sjálfvirk myndavél með innbyggðum GSM farsíma sem sendi ljósmynd af byggðinni í tölvupósti á klukkutíma fresti og var þannig hægt að fylgjast með viðveru fuglana í byggðinni í rauntíma og auka skilvirkni skimana, eða þar til kerfið bilaði snemma sumars. Þetta kerfi verður sett upp árlega hér eftir. Samtals hafa sést aftur 120 litmerktir fuglar í Stórhöfða frá upphafi, en árlegar endurheimtulíkur hafa verið lágar sem minnkar nákvæmni niðurstaðanna. Farið var í leiðangur til Hafnarhólma (byggð nr. 11, 1. Mynd) 21-24. maí 2020 og 52 varpfuglar litmerktir þar. Hugmyndin er að fjölmargir ferðamenn sem heimsækja hólmann muni ljósmynda þessa

fugla frá og með 2021 og senda myndirnar til Náttúrustofu Suðurlands. Vonast er til að endurheimtulíkur verði háar með þessu móti og gefi náttúrulega líftölu á Norðursvæði (ekki er veitt í Hafnarhólma) auk þess að veita samanburð við líftölur í Vestmannaeyjum.



Varpfugl lit- og stálmerktur í Stórhöfða, Heimaey

2.5 Leslie stofnlíkan – Stofnvöxtur (λ , lambda)

Leslie fylki er notað til að reikna stofnvöxt lundans (eftir landshlutum og í heild) með aldursbundnum líftölum og frjósemi kvenfugla (tafla 1). Fylkið er tímasett fyrir varptíma (E: pre-breeding) eða um 20.maí. **Líftala fugla á fyrsta ári (S_1)** er illa þekkt, og 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% og sýnir einnig fylgni við líkamsþyngd við brottför úr varpholu. 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 lámarkið um fimmfalt lægra eða um 0,18. Verulega brýnt er að ljúka úrvinnslu á geysimiklum merkingagögnum frá Vestmannaeyjum svo hægt sé að taka tillit til breytileikans í líftölunni, en möguleiki er að meta árgangsbundnar líftölur allt frá 1959, sem gera einnig kleyft að reikna stofnsögu lunda (hlutdeild viðkomu, líftölu og veiða

í breytingum á stofnstærð) í Vestmannaeyjum síðustu 60 ár með svonefndu „Integrated Population Model.“ Flestar erlendar rannsóknir sýna að líftala lunda er há frá og með öðru aldursári (Sa) [10] og er hér notast við mælda **líftölu varpfugla** (Sa) í Stórhöfða, Heimaey 2008-2019 ($0,92 \pm 0.0544$ SE [8]).

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 (Pb_i) á þekktum aldri (i) sem hafa hafið varp var kannað árið 2016 í gagnagrunni Náttúrufræðistofnunar Íslands ($n=47$), og á meðal 2- og 3-ára kvenfugla í veiði í Eyjum árið 2008 ($n=34$) aldursgreindum á gogg, samtals 81 fuglum. Pb_i er sem segir: 6,7% hjá 3- og 4 ára, 75% hjá 5-ára og 100% hjá 6-ára og eldri [1]. Veginn **kynproskaaldur kvenfugla** (α) er 5,89 ár. Notast var við stofnmat sem byggir á fjölda varppara (margfeldi holufjölda og ábúðar) árið 2010. Gert var ráð fyrir að **aldurssamsetning** stofnsins væri stöðug (E: Stable Age Distribution, SAD) sem gerir mögulegt að reikna hlutfall og þar með fjölda geldfugla (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%. Meðalstofnvöxtur í Vestmannaeyjum árin 2007-2020 var notaður til að bakreikna stofnvöxt aftur til 2003 þegar talið er að viðkoma hafi lækkað í svipuð gildi og síðustu 14 ár. Útreikningar voru gerðir í forritunarmálinu R, með kóða frá Morten Frederiksen.

Tafla 1. Leslie stofnlíkan af íslenska lundastofninum. Sjá skýringar í texta.

Aldur	1	2	3	4	5	6	6+
F	0	0	$Pb_3 \frac{1}{2}P$	$Pb_4 \frac{1}{2}P$	$Pb_5 \frac{1}{2}P$	$Pb_6 \frac{1}{2}P$	$Pb_6 \frac{1}{2}P$
0	0	0	0	0	0	0	0
1	S1	0	0	0	0	0	0
2	0	Sa	0	0	0	0	0
3	0	0	Sa	0	0	0	0
4	0	0	0	Sa	0	0	0
5	0	0	0	0	Sa	0	0
6+	0	0	0	0	0	Sa	Sa

Við útreikninga árlegs stofnvaxtar fyrir Norðursvæði og Vestursvæði var notuð veginn meðalviðkoma byggða innan hvers svæðis veginn með hlutfallslegum varpholufjölda hverrar byggðar (tafla 2.). Fyrir austursvæði var Papey notuð og Vestmannaeyjar fyrir Suðursvæði.

Fyrir stofninn í heild var notast við meðalviðkomu vegna (E: weighted) með varpholufjölda hvers svæðis (tafla 2).

Reiknuð voru mörk λ fyrir íslenska lundastofninn sem samsvara mismunandi IUCN (International Union for Conservation of Nature) válista-áhættuflokkum og sýndir eru með mismunandi grunnlitum í niðurstöðunum: Í bráðri hættu – *Critically Endangered*; appelsínugulur; Í hættu – *Endangered*; gulur; Í nokkurri hættu – *Vulnerable*; grænn; Ekki í hættu – *Least Concern*. Sjálfbærnimörk viðkomu voru reiknuð með ítrun $P_s = 0,49$ og er notuð til að staðla útreikninga á viðmiðunargildum áhættuflokkana. Stofninn vex þegar $\lambda > 1$ og rénar þegar $\lambda < 1$. $\lambda = 1$ eru stofnvistfræðileg sjálfbærnimörk þar sem stofn stendur í stað og eru veiðar stofnvistfræðilega ósjálfbærar þegar þegar $\lambda < 1$, en sjálfbærar þegar $\lambda > 1$. Hjá langlífum tegundum eins og lunda leggst veiðidánartala við náttúrulega dánartölu [11].



©Alex Máni Guðríðarson

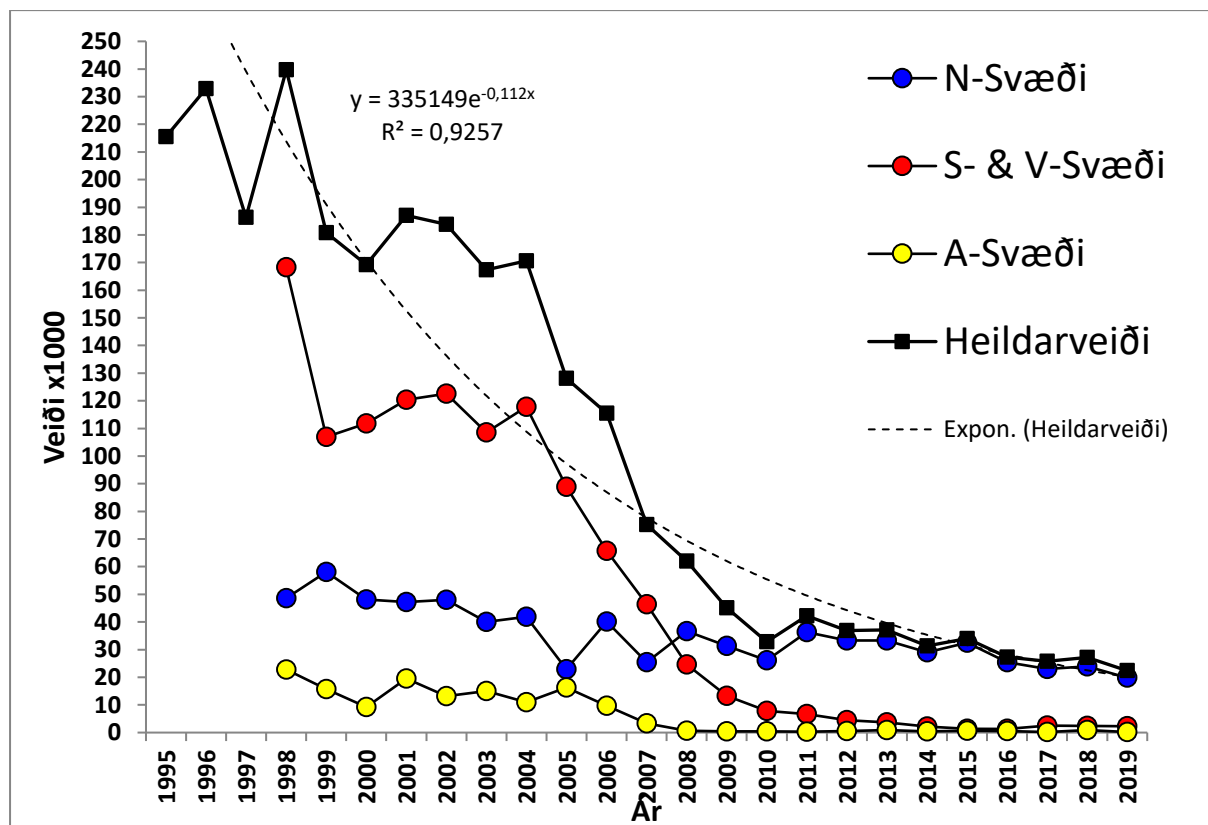
Tafla 2. Varpholufjöldi rannsóknabyggða og landsvæða sem er notaður til að reikna vegna viðkomu eftir fjölda innan landsvæða (Lundatal Íslands: Erpur S. Hansen, Kristján Lilliendahl & Arnþór Garðarsson handrit). Fyrir Akurey (30.000 holur) og Elliðaey (4.900 holur [12]) voru notaðar heildartölur fyrir Faxaflóa og Breiðafjörð. Fjöldi lundahola var endurmetinn árið 2020:* Grímsey (úr 53.700 í 99.000), Hafnarhólma (ólokið), Akurey (20.000 í 30.000) og Lundey á Kollafirði, sem og Breiðafirði (úr 503.000 í 425.000) sem skoðast sem vinnutala.

(Nr) Rannsóknabyggð - Landshluti	Fjöldi varphola
Norðursvæði heildartala	509.000
(6) Vigur	38.400
(7) Grímsey á Steingrímsfirði	31.000
(8) Drangey	45.200
(9) Grímsey utan Eyjafjarðar	99.900*
(10) Lundey	36.500
(11) Hafnarhólmi Borgarfirði Eystri	7.000(*)
Samtala rannsóknabyggða á Norðursvæði	258.000
Austursvæði heildartala	483.000
(12) Papey	177.000
Suðursvæði heildartala	1.125.000
(3) Vestmannaeyjar [13]	1.125.000
Vestursvæði heildartala	562.000
(4) Akurey, Kollafirði (30.000)	137.000*
(5) Elliðaey Breiðafirði (4.900 [12])	425.000*
Ísland heildartala	2.679.000

3 NIÐURSTÖÐUR

3.1 Veiðitölur 1995-2019

Heildarveiði frá 1995 til 2018 hefur dregist saman um 90%, þar af var samdrátturinn 73 prósentustig tímabilið 1995-2007, þ.e. áður en dregið var úr sókn (2. Mynd). Samdrætti í heildarveiði á landsvísu er lýst með neikvæðu veldisfalli, með veldisfallsvísi -0,112, en skipta má breytingunum nákvæmar í fjögur tímabil, breytilegt en fækkun 1995-2000, stöðugt 2001-2004, mikil fækkun 2005-2010, og að lokum hæg fækkun.



2. Mynd. Lundaveiði samkvæmt veiðitölum Umhverfistofnunar (fyrir suðurland eftir 2009) og veiðidagbókum Bjargveiðifélaga Vestmanneyja fyrir „suðurland“ 1995-2009. Samdráttur heildarveiði fylgir neikvæðum veldisvexti og hefur dregist saman um 90% milli 1995-2019. Veiðitölur (utan Eyja) fyrir árið 2003 voru metnar sem meðaltöl áranna 2001-2002 og 2004-2005. Veiði var skipt eftir landsvæðum árið 1998. Landshlutar markast af Reykjanestá, Bjargtöngum, Glettinganesi og Eystra Horni. Heildarveiði 1995-1997 er 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, SD 0,1724).

Veiði í Vestmannaeyjum hefur verið í öfugu hlutfalli við sjávarhita síðan 1880 [14], en sjó tók að hlýna 1996 þegar „Sub-Polar Gyre“ hringstraumurinn dróst saman í austri og opnaði fyrir streymi næringarsnauðs og hlýs Atlantssjávar til Íslands [15]. Þar sem ungfugl (2-5 ára) er um 75% af lundaveiði, endurspeglar samdráttur í veiði takmarkaða ungaframleiðslu á hlýskeiðum, samanber lágt ungfuglahlutfall frá 1999 (tafla 3). Sókn í Vestmannaeyjum hefur verið svipuð mestanpart síðustu aldar og fram til 2008 [1], sókn annarstaðar er ekki þekkt en líklegt að hún hafi lítið breyst 1995-2007.

Árleg meðalveiði á Norðursvæði minnkaði um þriðjung (30,5%) eftir 2007, var 42.059 fuglar fyrir 2007 og 29.246 fuglar eftir 2007, en almennt hefur ekki dregið úr sókn (fremur aukist) á Norðursvæði samkvæmt samtölum við veiðimenn, og því líklegt að meðalafli á sóknareiningu (meðal dagafli) hafi dregist saman þar og endurspegli almenna fækkun ungfugla í Íslenska stofninum utan Norðursvæðisins eftir 2007 og þar með ferðir þeirra um Norðursvæðið.

3.2 Aldurssamsetning veiði

Samtals hafa 20.555 fuglar í afla veiðimanna verið ljósmyndaðir og aldursgreindir með því að telja grópir í goggi fuglanna af myndum [7]. Samanburður hlutfalls tveggja og þriggja ára fugla af heildarveiði við merkingagögn frá Vestmannaeyjum árin 1961-1982 [8]. Í Eyjum hefur verið að jafnaði til helminga tveggja og þriggja ára fuglar annarsvegar og fjögurra ára og eldri hinsvegar (tafla 3). Athugað var hvort hlutföll ungfugla og eldri fugla hvert ár eftir svæðum væru tölfraðilega marktækt frábrugðin hlutfalli 2- og 3-ára fugla í Vestmannaeyjum (51,9%, tafla 3) með Z-prófi. Þetta er viðmið sem byggir á þekktri aldurssamsetningu (fugla merktra sem pysjur) í veiði á stofnvaxtartímabili.

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 einmitt þetta ár varð 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 ungahlutfallið 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 ungahlutfall verið almennt marktækt lægra en Eyjaviðmiðið þar til síðustu fjögur ár. Lágt ungahlutfall í veiði endurspeglar líklega litla ungaframleiðslu, 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. Sömmuleiðis geta 2-4 ára ungfuglar sem flakka milli varpa haft mikil áhrif á þetta hlutfall utan fæðingarstaðar síns eins og sást greinilega árið 2010 og í þessu tilfelli er dæmi um mikla aukningu í umferð geldfugla til Norðursvæðis vegna fæðuskorts á öllum öðrum svæðum.



Miðnætursólbað í Grímsey © Charly Souc

Tafla 3. 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 Vestmanneyjum (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	Z
		%	n	%	n	%	n		
Eyjar [17]	1961-1982	18,7	810	33,2	1443	48,1	2087	4340	
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***

3.3 Viðkoma eftir landshlutum

Meðaltöl varpárangurs, ábúðar og viðkomu eru öll hæst á Norðursvæði, ívið lægri en svipuð innbyrðis á Austur- og Vestursvæðum (myndir 3-5). Ábúð í Eyjum hefur verið að meðaltali um 30% lægri en á Norðursvæði og varpárangur ekki nema um 39% af meðaltali Norðansvæðis. Viðkoma er hæst á Norðursvæði, miðlungs á Vestur og Austursvæðum en yfirleitt yfir lágmarks viðkomu (0,49 ungar/holu). Viðkoma í Eyjum hefur einungis verið 30% af viðkomu á Norðursvæði sérstaklega vegna lágs varpárangurs. Meðalviðkoma veginn með stofnstærð sýnir vel hve mikil áhrif Vestmannaeyjar hafa á landsmeðaltalið (tafla 4). Einnig er tekið saman frávikshlutfall (staðalfrávik/meðaltali, E: Coefficient of Variance, CV) sem er mælikvarði á breytileika í varpárangri, ábúð og viðkomu eftir landsvæðum (tafla 5).

Tafla 4. Veginn: meðalvarpárangur (fleygar pysjur/egg); meðalábúð (egg/holu); meðalviðkoma (fleygar pysjur/holu) auk staðalskekkju (S.E.) eftir landsvæðum tímabilið 2010-2020 (sjá skilgreiningu svæða á 1. Mynd) eftir fjölda varphola rannsóknarbyggða innan svæða og hlutdeild svæða af heild fyrir landið (tafla 2.).

Svæði	Meðal varpárangur (ungi/egg)		Meðalábúð (egg/holu)	SE	Meðalviðkoma (ungi/holu)	
		SE				SE
Norður	0,804	0,0168	0,815	0,0157	0,650	0,0255
Vestur	0,612	0,1072	0,719	0,0713	0,432	0,0887
Austur*	0,567	0,0934	0,729	0,0340	0,425	0,0771
Eyjar	0,315	0,0850	0,569	0,0508	0,197	0,0555
Landið	0,353	0,0552	0,490	0,0338	0,248	0,0383

*Papey.

Tafla 5. Frávikshlutfall (% staðalfrávik/meðaltal, E: Coefficient of Variance, CV) meðalvarpárangurs (fleygar pysjur/egg), meðalábúðar (egg/holu), og meðalviðkomu (fleygar pysjur/holu) eftir landsvæðum tímabilið 2010-2020 (sjá skilgreiningu svæða á 1. Mynd).

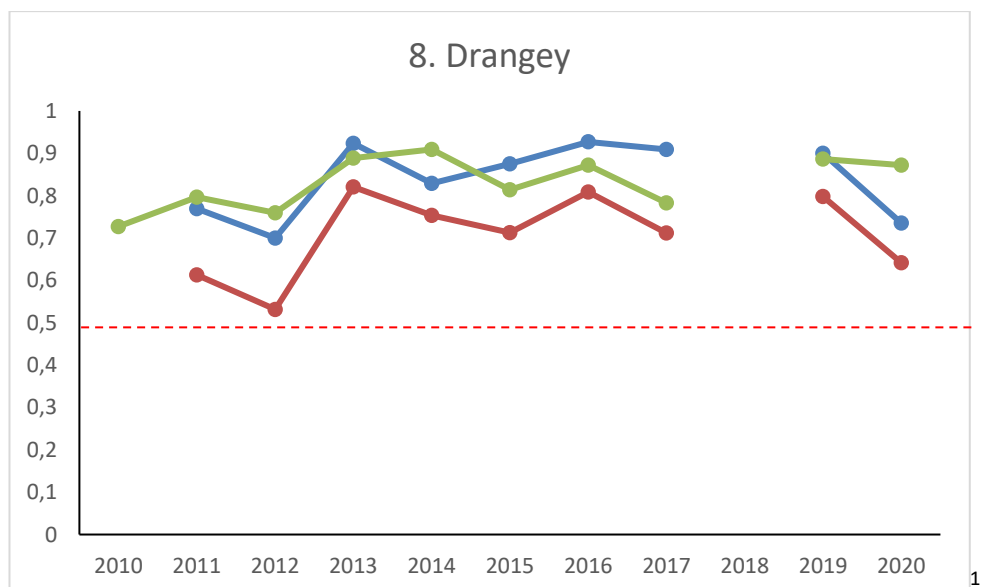
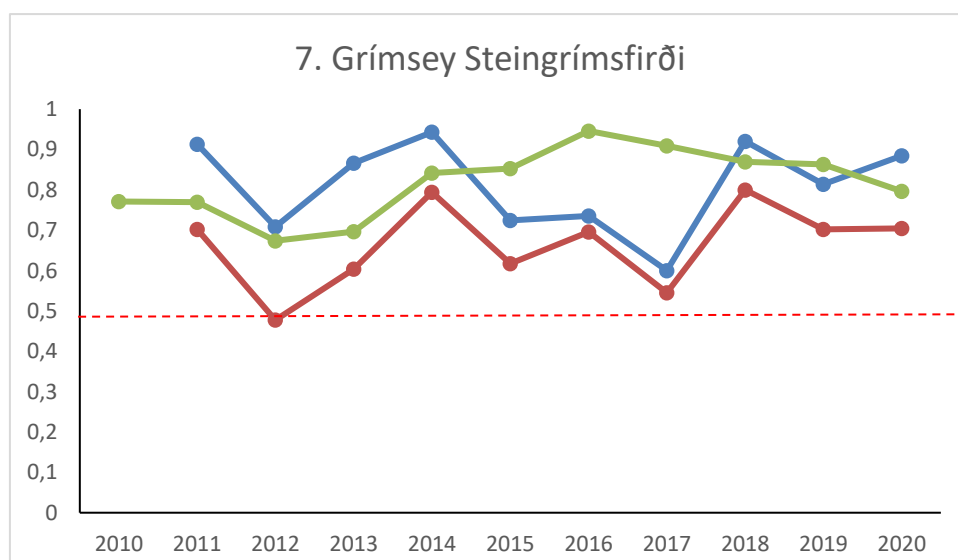
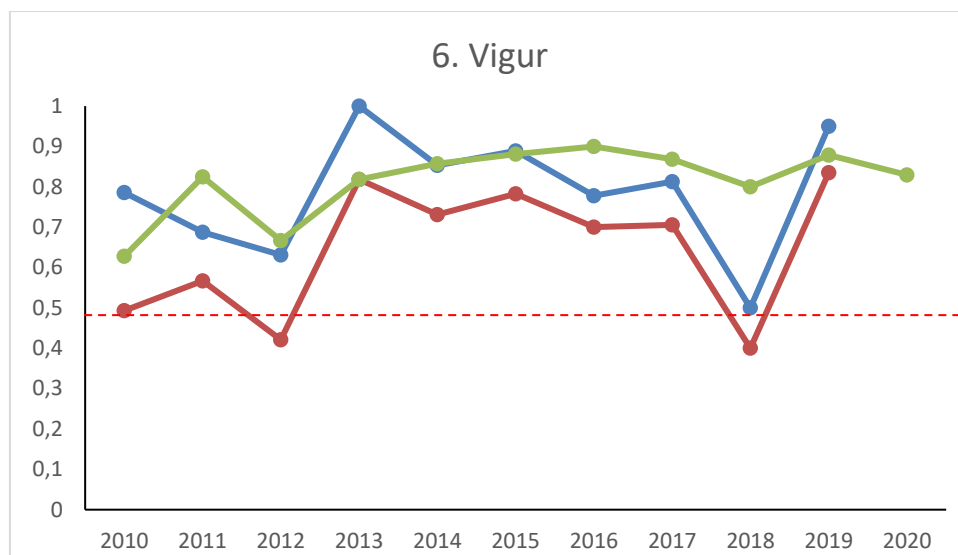
Svæði	CV Varpárangur (%)	CV Ábúð (%)	CV Viðkoma (%)
Norður	6,9	6,4	13,0
Vestur	58,14	32,9	68,2
Austur*	54,6	15,5	60,2
Eyjar	89,6	29,6	93,5
Landið	49,0	22,9	51,2

*Papey.

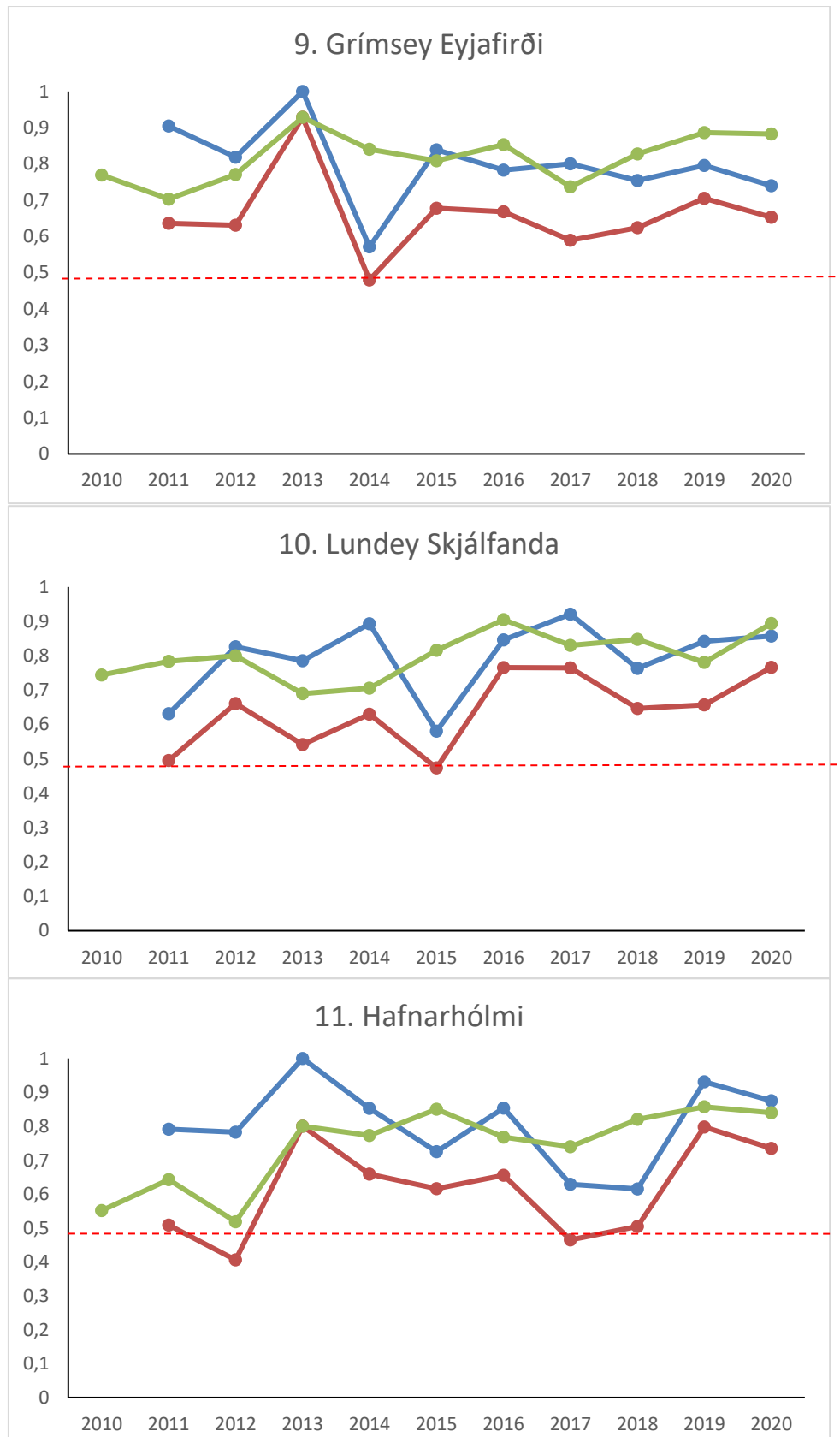
Frávikshlutfall ábúðar, varpárangurs og viðkomu er áberandi lægt á Norðursvæði, og breytileiki áþekkur í varpárangri og ábúð. Frávikshlutfall er stærðargráðu stærra á Vestur- og Austursvæðunum. Frávikshlutfall varpárangurs á Austur- og Vestursvæðum er mun hærra en frávikshlutfall ábúðar. Helmingi minna frávikshlutfall er í ábúð á Austursvæði en Vestursvæði sem endurspeglar mikla aukningu í ábúð og varpárangri á Vestursvæði, en ábúð hefur verið fremur stöðug í Papey eftir viðkomubrest árin 2010-11 (5. Mynd). Frávikhlutfall varpárangurs í Vestmannaeyjum er tæplega helmingi hærri en á Austur- og Vestursvæðum, meðan frávikhlutfall ábúðar er áþekkt (tafla 5).



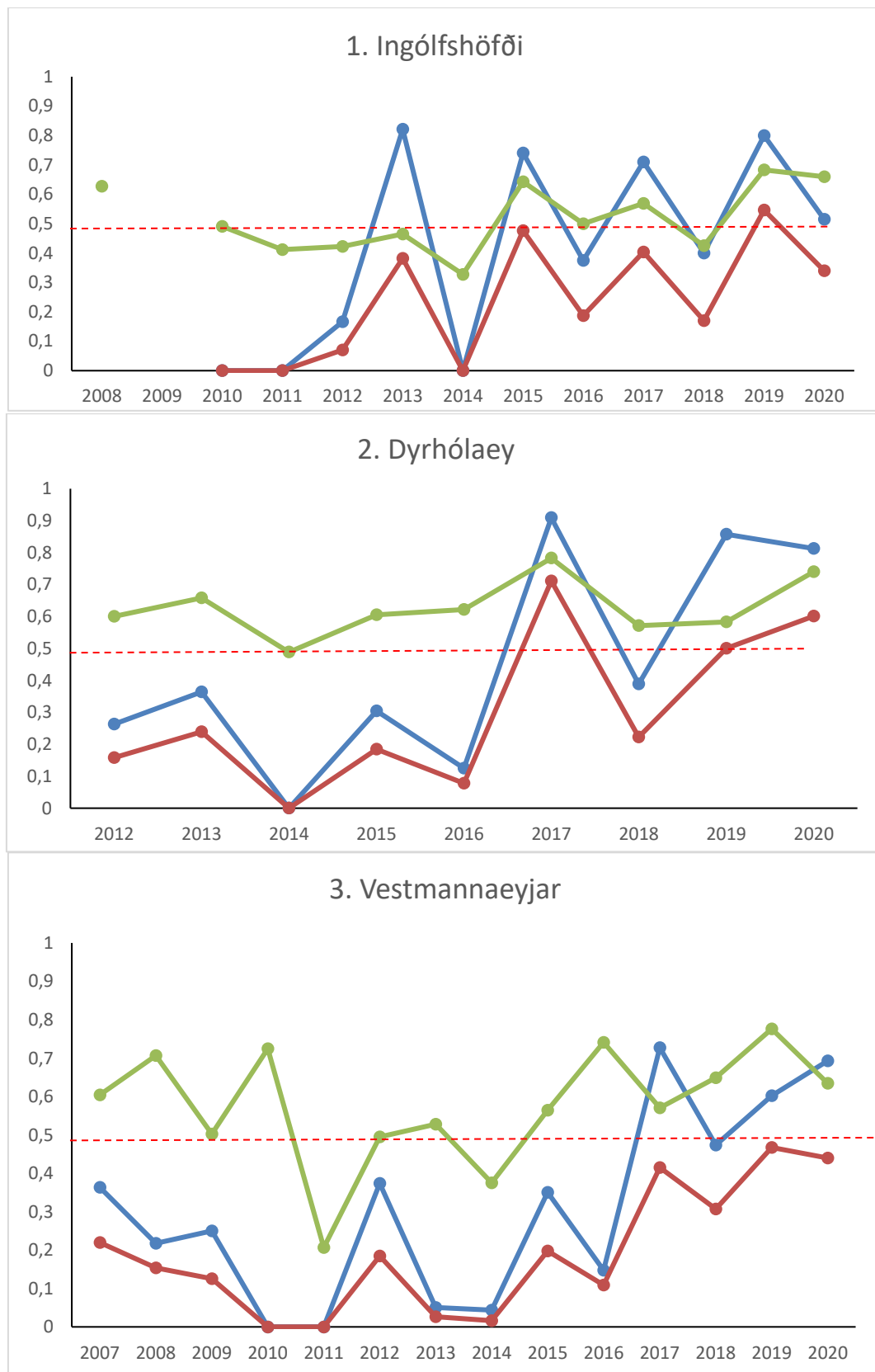
Pysja í Hafnarhólma © Susan Schubel



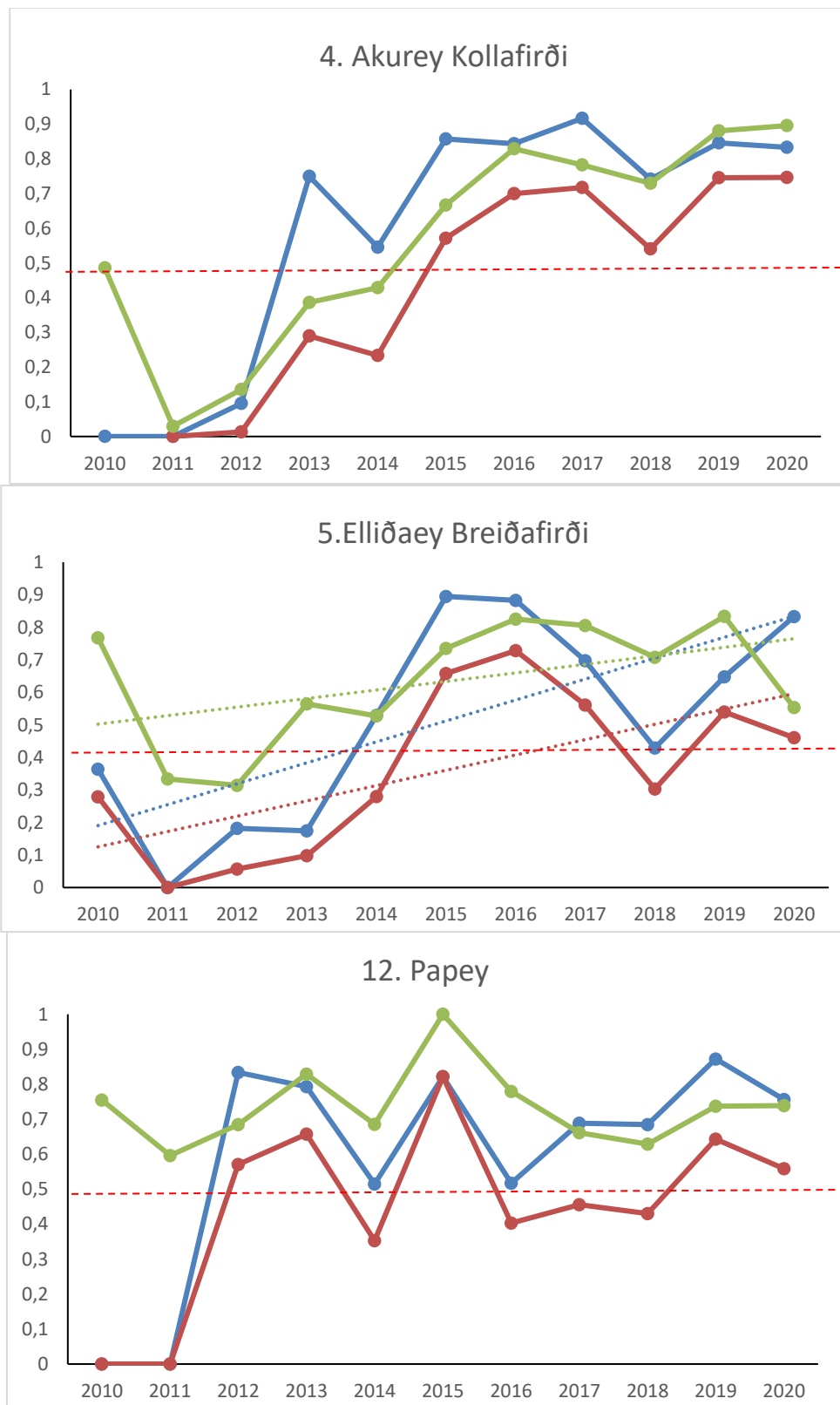
¹ 3. Mynd, sjá næstu blaðsíðu.



3. Mynd. Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í sex rannsóknabyggðum á Norðurlandi. Ófært var í Drangey 2018 og Vigur 2020. Lágmarks viðkoma (0,49) er sýnd með rauðri brotalínu.



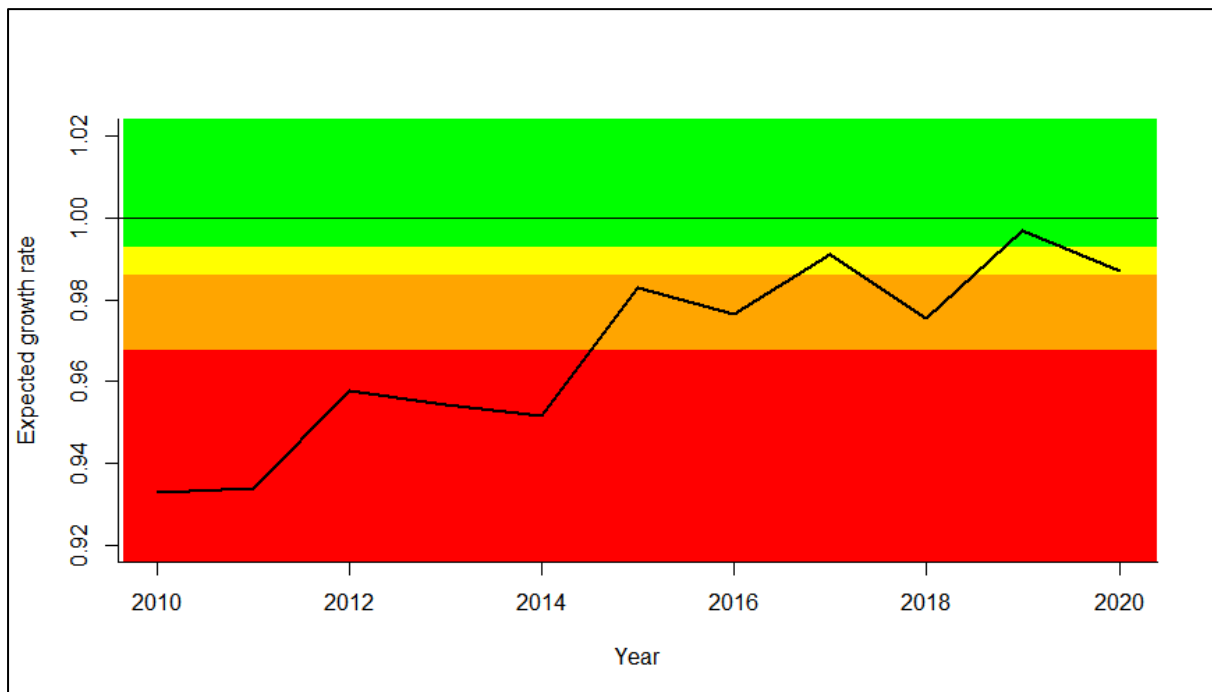
4. Mynd. Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í þrem rannsóknabyggðum á Suðursvæði. Lágmarks viðkoma (0,49) er sýnd með rauðri brotalínu.



5. Mynd. Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í tveimur byggðum á Vestursvæði og í Papey. Lágmarks viðkoma (0,49) er sýnd með rauðri brotalínu. Ófært var í Elliðaey 2020 og var varpárangur í Akurey notaður til að meta lágmarks viðkomu í Breiðafirði.

3.4 Stofnvöxtur Íslenska lundastofnsins

Stofnvöxtur hefur verið lágur frá 2010, og líklega hefur stofninn verið „*Í bráðri hættu*“ allt frá 2003, en stofnvöxtur hefur aukist og hefur flokkast „*Í hættu*“ frá 2015, og reyndar „*Í nokkurri hættu*“ árin 2016 og 2019 (7. Mynd). Aukning stofnvaxtar 2012 er að stórum hluta vegna stofnvaxtaraukningar á Austursvæði (9. Mynd). Aukning stofnvaxtar frá 2015 verður þegar aukningin á Vestursvæði bætist við (10. Mynd). Breytingar á Austur- og Vestursvæðum leggjast við eða dempa aukin stofnvöxt í Eyjum síðustu fjögur ár (8. Mynd). Litlar breytingar hafa verið á Norðursvæði. Svo virðist sem stofninn sé við það að komast upp úr 18 ára stofnlægð.



6. Mynd. Árlegur stofnvöxtur lunda (λ) á Íslandi 2010-2020. Stofninn vex þegar $\lambda > 1$ og rénar þegar $\lambda < 1$, $\lambda = 1$ er sýnt með svartri lárétttri línu. Veiðar eru stofnvistfræðilega ósjálfbærar þegar þegar $\lambda < 1$. Margfeldis meðaltal λ árin 2010-2020 er 0,967, eða -2,8% fækkun á ári. Reiknuð fækkun með þessu meðaltali árabilið 2003-2020 er -45,3%. Veiðar á Norðursvæði eru ekki teknar með, sem lækkar λ frekar. Litir sýna þá IUCN válistaflokka (Redlist) sem viðkomandi stofnvöxtur raðast á hverju ári: rauður; *Í bráðri hættu* – *Critically Endangered*; appelsínugulur; *Í hættu* – *Endangered*; gulur; *Í nokkurri hættu* – *Vulnerable*; grænn; *Ekki í hættu* – *Least Concern*

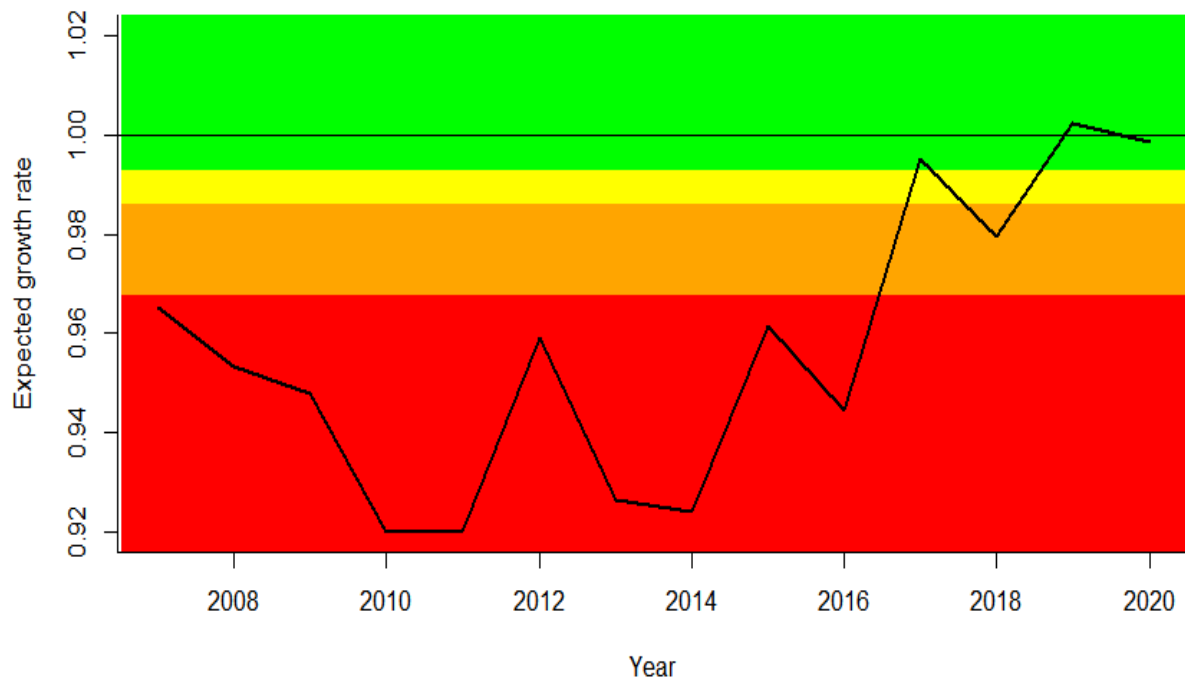
Stofnvaxtarhraðinn er ennþá undir sjálfbærnimörkum ($\lambda = 1$) og hefur fækkað verulega í stofninum á síðustu 17 árum eða um 45%. Í þessu samhengi vekur athygli að ábúð hefur aukist lítillega á flestum svæðum (Eyjar meðtaldar). Gríðarleg aukning varð á Vestursvæði, um 0,04 egg/holu/ári í Breiðafirði og 0,09 egg/holu/ári í Faxaflóa, en þar var ábúð mjög lág í byrjun (2010). Þetta eru sterkar vísbendingar um að breytingar á ábúð séu tempraðar af hluta varpstofnsins sem sleppir varpi í slæmu árferði en að mun minna leyti þegar árferði er eðlilegt. Unnið er að því að meta stærð þessa geldstofns og ástæðum þess að pör sleppa varpi t.d. vegna að varp misfarist árið áður (líkt og í Eyjum 2010 og 2011). Ljóst er að geldstofninn þarf að vera umtalsverður að stærð til að geta temprað lága nýliðun vegna lítills stofnvaxtar og endurspeglast í lækkandi ábúð sem er ekki tilfellið.

3.5 Stofnvöxtur innan svæða

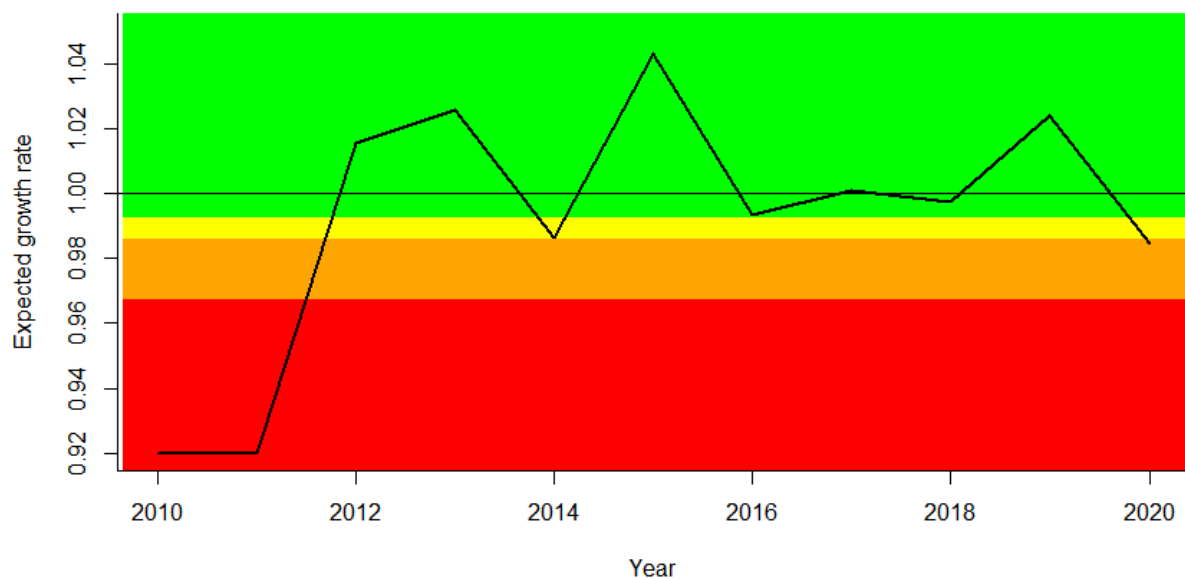
Um 40% af Íslenska stofninum verpur í Eyjum og breytingar þar lykill að stofnþróun Íslenska stofnsins í heild. Stofnvöxtur í Vestmannaeyjum flokkast „Í bráðri hættu“ frá 2007-2016 og léleg viðkoma þekkt frá árinu 2003. Mikil hækkun varð í viðkomu síðustu fjögur ár og stofnvöxtur aukist verulega (7. Mynd).



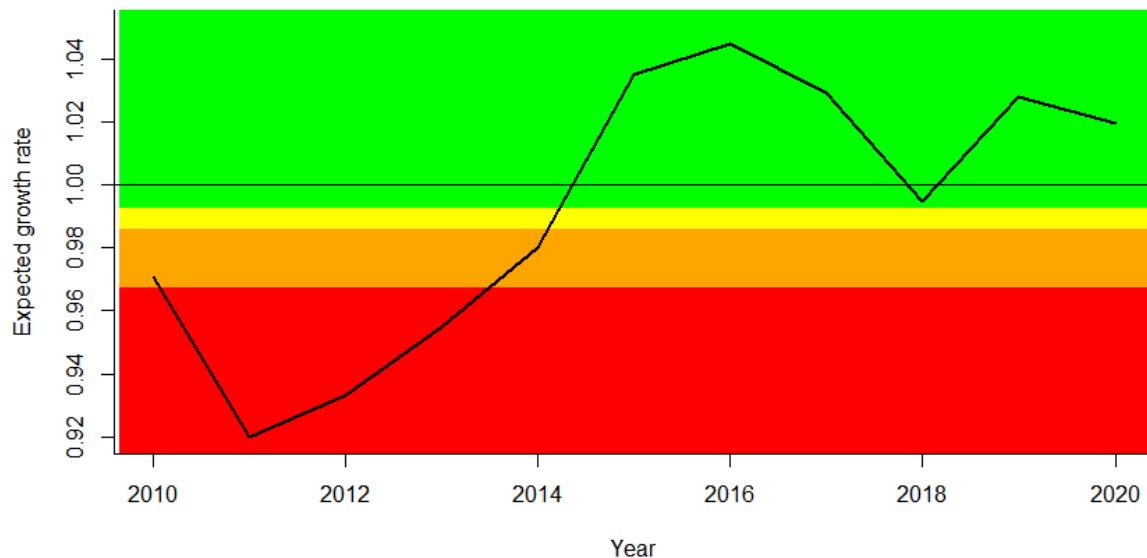
Ungadauði í Papey 2011 © Cornelius Schlawe.



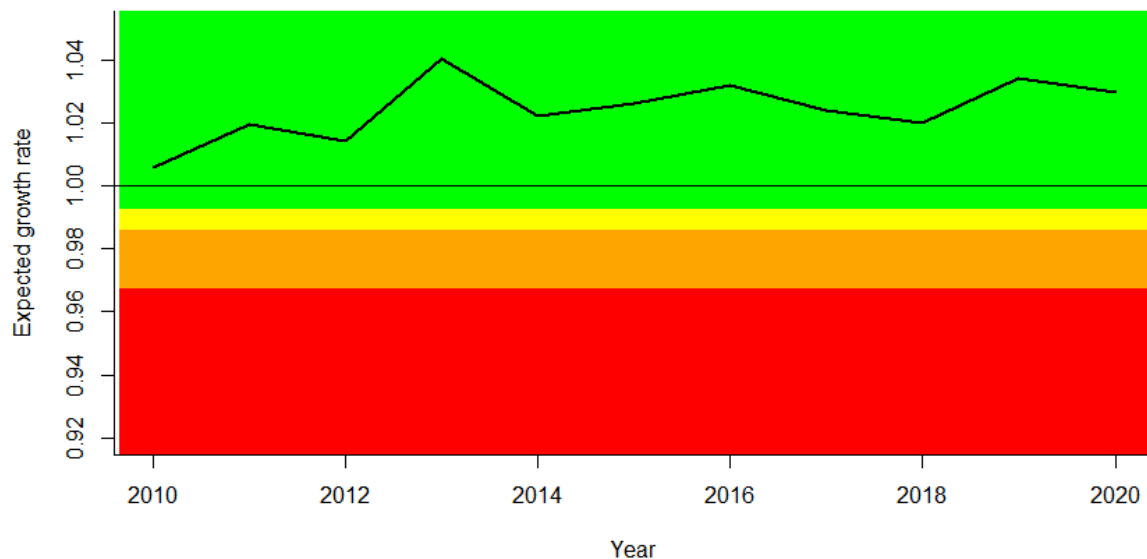
7. Mynd. Árlegur stofnvöxtur lunda (λ) í Vestmannaeyjum 2007-2020. Margfeldis meðaltal λ árin 2010-2020 er 0,956, eða -3,31% fækkun á ári. Reiknuð fækkun með þessu meðaltali árabilið 2003-2020 er -46,3%. Litir sýna þá IUCN válistaflokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 6. Mynd.



8. Mynd. Árlegur stofnvöxtur lunda (λ) í Papey 2010-2020. Litir sýna þá IUCN flokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 6. Mynd.



9. Mynd. Árlegur stofnvöxtur lunda (λ) á vestursvæði 2010-2012. Ekki var farið í Elliðaey á Breiðafirði í júlí og viðkoma úr Faxaflóa notuð til að áætla hámarks viðkomu. Ábúð var lág í Breiðafirði og ljóst að viðkoma var mun lægri en í Faxaflóa. Litir sýna þá IUCN flokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 6. Mynd.



10. Mynd. Áætlaður árlegur stofnvöxtur lunda (λ) á Norðursvæði 2010-2020 ef ekki hefði verið veitt. Litir sýna þá IUCN flokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 6. Mynd.

3.6 Válistaflokkun

Niðurstöður lundavöktunarinnar voru meðal annarra gagna sem voru lagða til grundvallar 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>

Flokkun lunda á Válista 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.



Sandsíli borið til unga © Ingvar Atli Sigurðsson

3.7 Vöktun fæðu

Frá árinu hafa varpfuglar með fæðu í gogg ljósmyndaðir 2011 í júlí og fæða greind seinna af myndum. Úrvinnsla er vel á veg kominn. Svipað heildarmynstur sást 2020 og undanfarin ár þ.e. síli norðanlands og loðnu- og sílalirfur austanlands. Vestanlands sást verulegur sílaburður í Faxaflóa, en mun seinna á Breiðafirði skv. upplýsingum frá heimamönnum og er framhald á

uppgangi sílis vestanlands. Árið 2020 sáust lundar í Eyjum bera mest fiskalirfur í lok júní, bæði loðnu og síli, en bæði 0-grúppu og 1-grúppu (>13 cm) síli í júlí, en fæðan breyttist að mestu yfir í ljósátu seinni hluta sumars og sáust einnig stöku rauðar sæveslur. Ljósáta hefur ekki verið jafn áberandi og árið 2020 í Eyjum frá upphafi rannsókna okkar þar 2007.

Sílið hefur ekki náð fyrri stöðu sinni við Suðurland eins og á síðasta kaldsjávarskeiði (1965-1996). Síðbúinn þörungablómi seinni ár seinkar jafnframt toppi í fæðu sílisins sem er rauðáta, og líklegt að þessi seinkun haldi sílastofninum niðri þar sem sílalirfur drepast úr hungri áður en rauðátan nær hámarki sínu. Smá, horuð og fitulítill síli á Selvogsbanka endurspeglar líklega verulega styttn vaxtartíma vegna þessarar seinkunar, en rauðátumagn hefur verið svipað (óútgefin gögn).

Lífsýni hafa verið tekin um árabíl 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 eru um það bil hálfnaðar, en þær segja m.a. til um af hvaða fæðuþrepi fæða er étin á mismunandi árstímum [16, 17]. Helstu fyrirbyggjandi niðurstöður eru að lundar eru á sama fæðuþrepi að vetri óháð í hvaða landshluta þeir verpa, sem kemur ekki á óvart enda eru vetrastöðvar þeirra sameiginlegar [18]. Á varptíma eru lundar í Eyjum hlutfallslega á lægra fæðuþrepi en norðanlands, éta væntanlega hlutfallslega meira af ljósátu. Þessi mynstur hafa haldist áþekk að minnsta kosti síðastliðin 60 ár [6].

Safnað var saursýnum í öllum rannsóknabyggðunum árin 2018 og 2019 en ætlunin er að greina fæðu til tegunda með svokallaðri DNA metabarcoding aðferð. Þetta verkefni er unnið í samvinnu við háskólann í Szczecin í Póllandi.

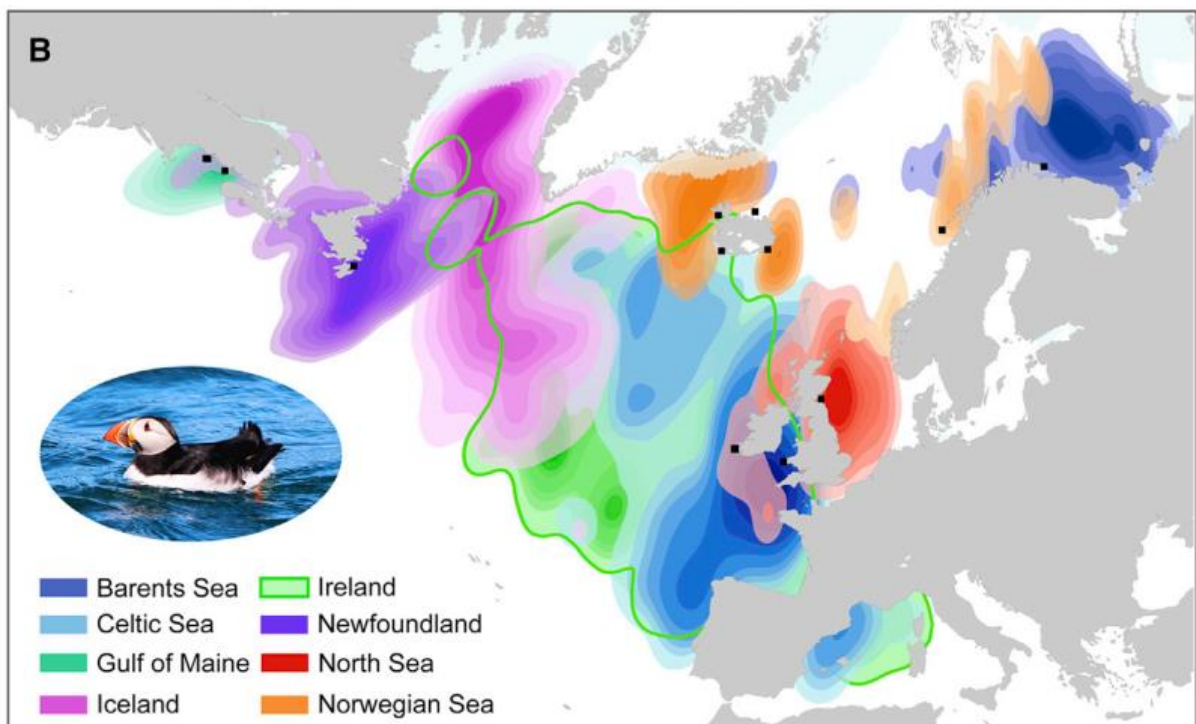
3.8 Lundatal Íslands

Vinna við lundatal hefur staðið yfir um árabíl en frumkvöðull þess er Arnpór Garðarsson prófessor emeritus. 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 (>10.000 pör) vörpin sem eru jafnframt skilgreind sem alþjóðlega mikilvæg og áætla afganginn skynsamlega. Um 41% íslenskra lunda verpur í Eyjum, og um 74% stofnsins verpur í 18 byggðum þegar Eyjar og Breiðafjörður eru hvor um sig taldar sem ein heild. Unnið er að samantekt tiltækra gangna til útgáfu.

3.13 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 445 tæki [19]. Frá 2014 hefur þetta verkefni verið innan vébanda alþjóðlegs samstarfs í SEATRACK verkefninu sem Norðmenn fjármagna og stjórna. 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. 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 150 dægurritar verið endurheimtir og þar af 29 ritar 2020. Verkefnið mun standa til 2023, og var landfræðilegt umfang stækkað í vestur með þátttöku Kanada, Grænlands og Írlands árið 2019 og inniheldur nú allt norðanvert N-Atlantshaf. Dr. Annette Fayet notaði lundagögn úr þessu verkefni sem hefur verið kynnt á alþjóðlegum ráðstefnum (12. Mynd) og árið 2017 kom út ritrýnd tímaritsgrein þar sem vetrarstöðvar lunda eru kortlagðar í fyrsta sinn [18].



11. Mynd. Niðurstöður kortlagningar vetrarstöðva lunda með dægurritum [20]. Svartir feringar sýna byggðir þar sem dægurritar voru settir á. Græna útlínan sýnir útbreiðslumörk Írskra lunda. Ljósblá svæði sýna meðal útbreiðslu hafíss [18].



Skipt um SEATRACK dægurrita í Grímsey

4. VEIÐIRÁÐGJÖF

Lundaveiðar hafa verið stofnvistfræðilega ósjálfbærar á landsvísu að minnsta kosti undanfarin tíu og líklega síðustu 17 ár [21, 22]. 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 hraða fækkun enn frekar [11].

Aukning viðkomu og stofnvaxtar lunda er jákvæð þróun og eðlileg líftala varpfugla sömuleiðis. Það breytir þó ekki þeirri staðreynd að það mun taka sinn tíma að fylla upp í það skarð sem langvarandi viðkomubrestur hefur valdið. Í millitíðinni er eðlilegt er að beita varúðarreglu (lög um náttúruvernd nr. 60/2013) og túlka óvissu lundanum í hag og stunda ekki veiðar. Lundi er „ábyrgðartegund“ Íslendinga samkvæmt lögum um náttúruvernd. Lundi á heimsvísu var settur á válista IUCN árið 2015 og Íslenski lundastofninn var settur á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands árið 2018. Ítrekað hefur verið lagt til opinberlega að stöðva veiðarnar á meðan þetta ástand varir [23-25]. Hafa landeigendur og veiðimenn brugðist

jákvætt við á landsvísu, að norðurlandi og í Ísafjarðardjúpi undanskildum. Þrátt fyrir að varp lunda gangi þar vel sýna merkingar og önnur gögn að 2-4 ára lundar flakka milli allra landshluta, að á Íslandi byggir einn stofn lunda sem er reyndar einnig með töluverð tengsl við Færeyjar að sumarlagi. Það á sér engar vísindalegar forsendur að stunda veiðar á Íslandi eins og ástatt hefur verið í lundastofninum um árabil. Stjórnvöldum og landeigendum er ráðlagt að byggja veiðistjórnun sína á vísindalegum niðurstöðum og í samræmi við lög, alþjóðlega ábyrgð og siðlega umgengni við náttúruna [22] og friða lunda fyrir veiðum þar til stofnvöxtur verður jákvæður ($\lambda \geq 1$) á landsvísu í a.m.k. þrjú ár, og takmarka veiðar verulega fyrstu árin t.d. með styttingu veiðitíma innan við viku auk sölubanns.

5. 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 sem utan.

5.1 Ráðstefnur

Covid-19 útilokaði fyrirhugaða þátttöku í 3. heimsráðstefnu um sjófugla sem fyrirhuguð var í október 2020 í Hobart, Tasmaníu. Þessari ráðstefnu var frestað um ár. Erpur S. Hansen var meðhöfundur á um tíu erindum og veggspjöldum auk eigin framlags:

Breeding abstention is a key response to low food abundance in twelve Atlantic Puffin colonies within four different neritic ecosystems around Iceland

Erpur Snær Hansen

South Iceland Nature Research Centre, Ægisgata 2, 900 Vestmannaeyjar, Iceland

Symposia: „*Unravelling fundamental processes in seabird ecology: The role of multi-colony studies.*“

Keyword: *Population growth,*

Twelve Puffin colonies around Iceland were visited twice annually 2010-2019, during early incubation and late nestling periods respectively. In each colony we recorded the burrow contents of >50 individually marked burrows using IR video probes producing each burrow's occupancy (BO) and nesting success (NS) histories. Iceland's coast is divided into four regional ecosystems with varying food supply and environments. Puffin population growth has varied greatly between the regions. Overall NS is strongly correlated ($r = 0.691$) to BO for the whole population, but this correlation breaks down in the North and East regions which have had moderate to high breeding success. Whereas in the South and West regions, the correlation is high and nesting success low. Population growth rates will be calculated utilizing burrow histories using two methods. Pradel's reverse time models and occupancy models. LTRE analysis will be used to estimate the contribution and relevance of abstention for the population growth. Multi-state models will be used to answer if prior breeding success affects later occupancy or not.

6. ERLENT SAMSTARF

1. **SEATRACK.** Náttúrustofa Suðurlands hefur verið þátttakandi í alþjóðlega samstarfsverkefninu SEATRACK um kortlagningu vetrarstöðva 11 sjófuglategunda síðan 2014. Niðurstöður má skoða í gagnvirkri kortavefsjá: <http://www.seapop.no/en/seatrack/> [4].

2. **ARCTOX.** Safnað hefur verið lífsýnum úr endurheimtum lundum með dægurrita til mælinga á kvikasilfri og lífrænum eiturefnum í tengdu samstarfsverkefni SEATRACK undir stjórn Jerome Fort. Fjöl margar greinar eru í smíðum. <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>

3. **CLIMSTAT.** Alþjóðlegur hópur sérfræðinga vinnur að rannsókn á sambandi lundaveiði við sjávaryfirborðshita [14]. Handrit hefur verið sent til útgáfu 2020.

4. **Szczecin háskóli, Pólland.** Samstarfssamningur var undirritaður 5. maí 2018 og þrjú rannsóknaverkefni eru í gangi:

4a. **Erfðafræðileg stofngerð Íslenska lundastofnsins** með notkun „Microsatellites.“

4b. **Fæða lunda í 12 rannsóknabyggðum árin 2018 og 2019** með DNA „Metabarcoding“ greiningu á saursýnum.

4c. **Þungmálmmainnihald Íslenskra lunda eftir landshlutum.**

5. **Erfðafræðileg stofngerð lunda í Atlantshafi.** Alþjóðlegt samstarf hófst árið 2018 undir stjórn Sanne Boessenkool við Óslóarháskóla í Noregi, en úrvinnsla er hluti doktorsverkefnis Olivers Kersten. Handrit hefur verið sent til útgáfu : „*Complex population structure of the Atlantic puffin revealed by whole genome analyses.*“ Forskoðun: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.11.05.351874v2>

6. **Alþjóðleg samanburðarrannsókn 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 2018. Samstarf við Annette Fayet (verkefnisstjóri) við Oxford háskóla o.fl. Handrit hefur verið sent til útgáfu 2020/21.

7. Tengsl tímasetningar, fjölda og þyngdar pysja við brottför, við umhverfisþætti.

M.S. ritgerð Hanna Hongisto við háskólan í Turku, Finlandi. Aðalleiðbeinandi Erpur S. Hansen.

8. Alþjóðleg kortlagning örveruþarmaflóru (E: microbiome) lunda. Safnað var saursýnum árin 2018 og 2019 í öllum rannsóknabyggðum stofnvöktunar lunda sem framlag til þessa verkefnis undir stjórn Gary King við fylkisháskólann í Louisiana, Baton Rouge BNA.

9. Tímasetning þörungablóma og viðkoma lunda á Íslandi. Samstarfsaðilar Sarah Giltz Oceana og Kristinn Guðmundsson Hafrannsóknastofnun

7. ÞAKKIR

Frá upphafi hafa fjölmargir aðstoðað við stofnvöktun lundans á ýmsa vegu og hljóta verðskuldaðar þakkir fyrir! Rodrigo Martínez Catalan var starfsmaður Náttúrustofunnar, Sjálfboðaliðar árið 2020 voru: Eva Malinowska, Hanna Hongisto, Marínó Sigursteinsson, Pedro Rodrigues, Raul Zabala Belengauer, og Sara Rodríguez Ramallo. Vigfús Svavarsson hélt tækjabúnaði okkar gangandi og þar með rannsóknunum okkar. Morten Frederiksen gaf góðfúslega afrit af forriti stofnlíkans. Ólafur K. Nielsen aðstoðaði við athuganir á krufningaskýrslum á NÍ. Fá þau öll ómældar þakkir fyrir. Veiðikortasjóður, Rannsóknasjóður og Minningarsjóður Pálma Jónssonar í Hagkaup styrktu rannsóknirnar og gerðu vöktunina að raunveruleika.



O-grúppu sandsíli © Ingvar Atli Sigurðsson

8. HEIMILDIR

1. Hansen, E.S., *Stofnvöktun lunda 2018. Framvinduskýrsla til Umhverfisstofnunar*. 2018, Náttúrustofa Suðurlands. p. 29.
2. Hansen, E.S., *Stofnvöktun lunda 2017. Áfangaskýrsla til Umhverfisstofnunar*. 2017, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 15.
3. 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. 2015, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 45.
4. Hansen, E.S., *Lundarannsóknir 2015. Vöktun viðkomu, fæðu, líftala & könnun varpstöðva. Skýrsla til Veiðikortasjóðs, október.* <http://www.nattsud.is/skrar/file/Lundarannsoknir2015.pdf>. 2015, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 24.
5. Hansen, E.S. and A. Garðarsson, *Lundarrannsóknir 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. 2012, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 34.
6. Hansen, E.S. and A. Garðarsson, *Lundarrannsóknir 2013: Vöktun viðkomu, fæðu, líftala, & könnun vetrarstöðva. Desember. Skýrsla til Veiðikortasjóðs.* <http://www.nattsud.is/skrar/file/Lundarannsoknir2013.pdf>. 2013, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 59.

7. Petersen, Æ., *Size variables in Puffins Fratercula arctica from Iceland, and bill features as criteria of age*. Ornis Scandinavica, 1976. **7**: p. 185-192.
8. Helgason, H.H., *Survival of Atlantic Puffins (Fratercula arctica) in Vestmannaeyjar, Iceland during different life stages*, in School of Engineering and Natural Sciences. 2012, University of Iceland: Reykjavík. p. 75.
9. Williams, B.K., J.D. Nichols, and M.J. Conroy, *Analysis and management of animal populations*. 2002, London: Academic Press. 817.
10. Harris, M.P. and S. Wanless, *The Puffin*. 2011, Calton, England: T & A D Poyser. 256.
11. Lebreton, J.-D., *Dynamical and statistical models for exploited populations*. Aust. N. Z. J. Stat., 2005. **47**(1): p. 49-63.
12. Ásgeirsson, Á., *Varpvistfræði lunda á Breiðafirði*, in *Líf og umhverfsvísindadeild, Verkfræði og náttúrucísindasvið*. 2010, Háskóli Íslands: Reykjavík, Ísland. p. 26.
13. Hansen, E.S., M. Sigursteinsson, and A. Garðarsson, *Lundatal Vestmannaeyja*. Bliki, 2011. **31**: p. 15-24.
14. Hansen, E.S., et al., *Centennial relationships between ocean temperature and Atlantic puffin production*. MS.
15. Hátún, H., et al., *An inflated subpolar gyre blows life toward the northeastern Atlantic*. Progress in Oceanography, 2016. **147**(1): p. 49-66.
16. Hobson, K.A. and R.A. Clark, *Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of ¹³C in tissues*. Condor, 1992. **94**(181-188).
17. Hobson, K.A. and R.A. Clark, *Assessing avian diets using stable isotopes II: factors affecting diet-tissue fractionation*. Condor, 1992. **94**(189-197).
18. Fayet, A.L., et al., *Ocean-wide drivers of migration strategies and their influence on population breeding performance in a declining seabird*. Current Biology, 2017. **27**(24): p. 3871-3878. e3.
19. Hansen, E.S., et al., *Vetrarstöðvar íslenskra lunda*. Veiðidagbók Umhverfisstofnunar, 2015. **20**: p. 18-21.
20. Fayet, A.L., et al., *Ocean-wide drivers of migration strategies and their influence on population breeding performance in a declining seabird*. Current Biology, 2017. **27**: p. 3871-3878.
21. 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. 2011, Umhverfis- og auðlindaráðuneytið: Reykjavík. p. 39.
22. 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. 2013, Umhverfis- og auðlindaráðuneytið: Reykjavík. p. 361.
23. Hansen, E.S., et al., *Staða lundastofnsins í Vestmannaeyjum*. Fuglar, 2009. **6**: p. 46-48.
24. Hansen, E.S. and A. Garðarsson, *Staða lundastofnsins við Ísland 2011*. Veiðidagbók Umhverfisstofnunar, 2012. **16**: p. 16-18.
25. Hansen, E.S., *Stofnþróun lunda 2003-2015 og sjálfbærni veiða*. Veiðidagbók Umhverfisstofnunar, 2016. **21**.