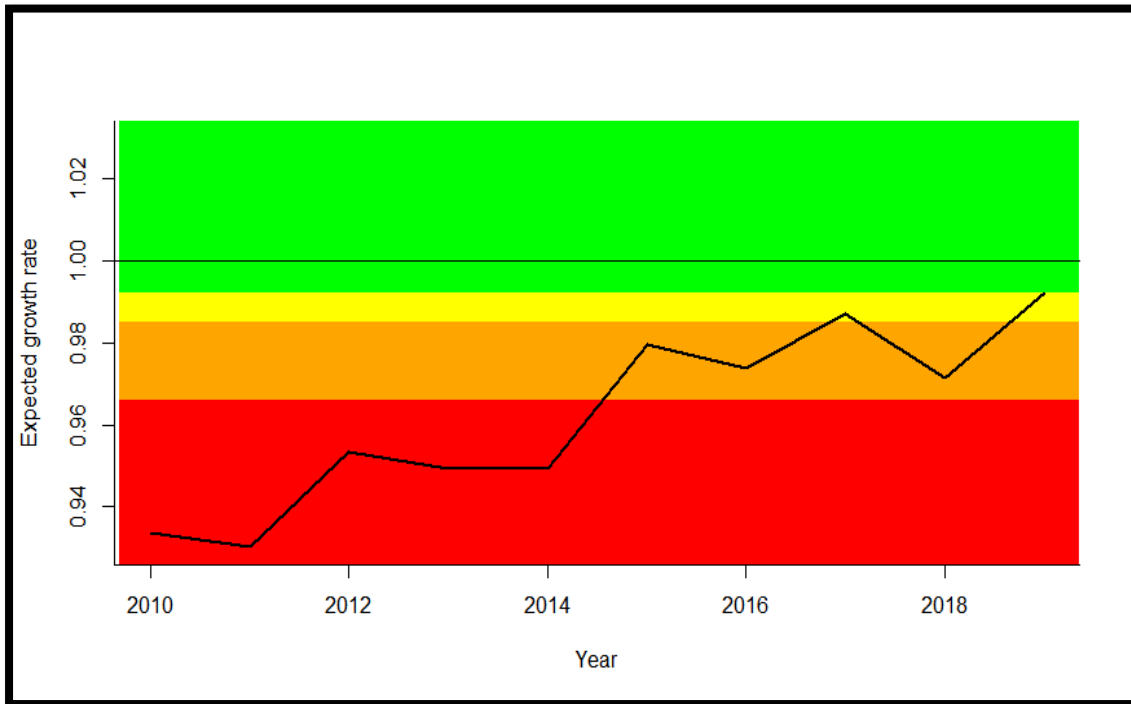




## STOFNVÖKTUN LUNDA 2017-2019

### Lokaskýrsla til Umhverfisstofnunar



Árlegur stofnvöxtur lunda ( $\lambda$ ) á Íslandi 2010-2019. Stofninn vex þegar  $\lambda > 1$  og rénar þegar  $\lambda < 1$ ,  $\lambda = 1$  er sýnt með svartri láréttri línu. Veiðar eru stofnvistfræðilega ósjálfbærar þegar þegar  $\lambda < 1$ . Geometrískt meðaltal  $\lambda$  árin 2010-2019 er 0,96478, eða -2,73% fækkun á ári. Reiknuð fækkun með þessu meðaltali árabilið 2003-2019 er -43,7%. Litir sýna þá IUCN flokka 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*.

Erpur Snær Hansen

15. desember 2019



NÁTTÚRUSTOFA SUÐURLANDS

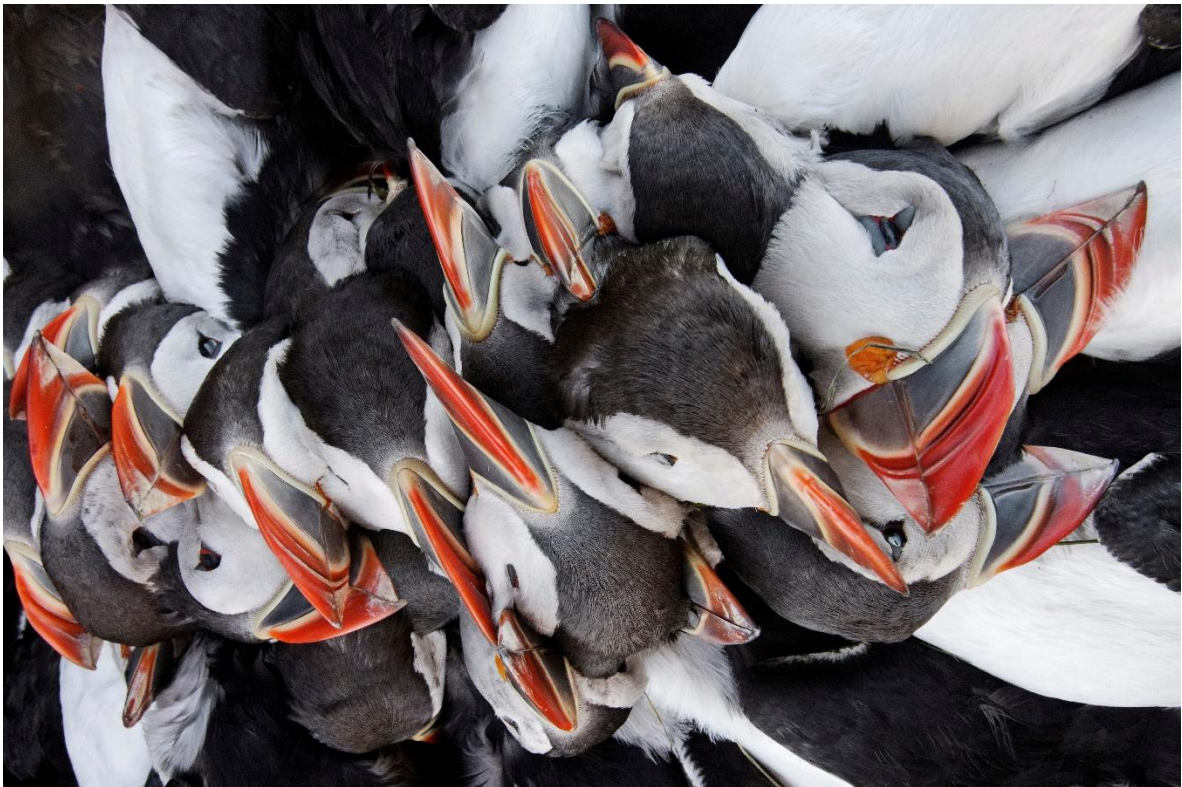
**SAMANTEKT**

Lundi er algengastur og einna mest veiddur íslenskra fugla. Næstum allur lundi er nú veiddur í háf á varptíma og varð háfaveiði ríkjandi veiðiaðferð í Vestmannaeyjum um 1880 [1]. Þar hefur veiðimagnt verið tengt sjávarhita frá 1880 [2]. Skiptast á hlý- og köld tímabil sem vara í um 35 ár (svonefnd AMO sveifla), og hefur veiði hnignað á hlýskeyðunum en aukist á kaldskeyðum. Núverandi hlýskeyð hófst 1996 og hefur lundaveiði á landsvísu dregist saman um 90% 1995-2018, en samdrátturinn 1995-2007 nemur 73 prósentustigum, þ.e. áður en dregið var úr sókn. Líklegt er að lækkuð viðkoma á landsvísu skýri að mestu þennan samdrátt í veiðum, sem aftur endurspeglar neikvæð áhrif hitabreytinga og hugsanlega fleiri umhverfispáttá á aðalfæðutegundir lunda hérlendis, sandsíli og loðnu. Árlegur stofnvöxtur ( $\lambda$ ) Íslenska lundastofnsins á landsvísu árabilið 2010-2019 var að meðaltali 0,96478 sem er undir stofnvistfræðilegum sjálfbærnimörkum ( $\lambda = 1$ ). Reiknuð fækkun með þessu meðaltali árabilið 2003-2019, eða frá því að sjávarhiti náði hámarki er -43,7% eða 2,73% á ári. Líftala varpfugla í Vestmannaeyjum 2008-2019 hefur mælst eðlileg (0,92), en þar hefur viðkoma jafnframt verið lægst. Lítil viðkoma hefur því valdið mikilli fækkun í stofninum síðustu 17 ár. Mikill munur hefur verið í viðkomu, varpárangri og ábúð milli fjögurra landsvæða. Viðkoma hefur verið hæst og fremur stöðug á Norðursvæði og sandsíli algeng fæða í stað loðnu áður. Stofnvöxtur hefur verið  $>1$ , en veiðar tekið um 60% af ungaframleiðslu umfram sjálfsviðhald. Á Austursvæði náði stofnvöxtur sér á strik eftir núll-árin 2010 og 2011 en hefur verið rétt undir sjálfbærnimörkum og fæða einkennst af lirlfum loðnu og sílis. Á Vestursvæði (Faxaflóa og Breiðafirði) hafa orðið mestar breytingar, með mikilli aukningu í viðkomu, varpárangurs og ábúðar uppúr 2015. Sandsíli hefur talsvert sést þar í fæðuburði síðustu þrjú ár, mest í Faxaflóa. Stofnvöxtur hefur verið lægstur í Vestmannaeyjum, en viðkoma í Eyjum hefur verið lítil allt frá árinu 2003. Svo virðist sem sílið nái ekki enn sem komið er að fjölga nægjanlega til að ná fyrri stöðu sinni við Suðurland á síðasta kaldsjávarskeyði, en síðustu þrjú ár hefur viðkoma aukist verulega í Eyjum og stofnvöxtur að sama skapi. Stofnvöxtur hefur aukist á landsvísu síðasta áratug og nálgast sjálfbærnivíðmiðið.

**EFNISYFIRLIT:**

<b>SAMANTEKT</b> .....	<b>2</b>
<b>EFNISYFIRLIT</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INNGANGUR</b>	
<b>1.2. Meginmarkmið</b> .....	<b>5</b>
<b>2. AÐFERÐIR</b>	
<b>2.1 Lundaveiði</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Aldurssamsetning veiði</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 Vöktun viðkomu</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4 Vöktun líftala</b> .....	<b>8</b>
<b>2.5 Leslie stofnlíkan</b> .....	<b>8</b>
<b>2.6 Áhrif veiða á Norðursvæði</b> .....	<b>10</b>
<b>3 NIÐURSTÖÐUR</b>	
<b>3.1 Veiðitölur 1995-2018</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2 Aldurssamsetning veiði</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3 Viðkoma á Norðursvæði</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4 Viðkoma á Austursvæði – Papey</b> .....	<b>18</b>
<b>3.5 Viðkoma á Suðursvæði</b> .....	<b>19</b>
<b>3.6 Viðkoma á Vestursvæði</b> .....	<b>21</b>
<b>3.7 Líftala lunda</b> .....	<b>23</b>
<b>3.8 Stofnvöxtur Íslenska lundastofnsins</b> .....	<b>25</b>
<b>3.9 Stofnvöxtur innan svæða</b> .....	<b>26</b>
<b>3.10 Áhrif veiða á stofnvöxt á Norðursvæði</b> .....	<b>30</b>
<b>3.11 Válistaflokkun</b> .....	<b>30</b>
<b>3.12 Vöktun fæðu</b> .....	<b>31</b>
<b>3.13 Lundatal Íslands</b> .....	<b>32</b>
<b>3.14 Könnun vetrarstöðva</b> .....	<b>32</b>

<b>4. UMRÆÐA</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1 Veiðiráðgjöf</b> .....	<b>34</b>
<b>5. KYNNING NIÐURSTAÐA</b>	
<b>5.1 Fjölmiðlaumfjöllun 2017-2019</b> .....	<b>35</b>
<b>5.2 Ráðstefnur</b> .....	<b>36</b>
<b>6. ERLENT SAMSTARF</b> .....	<b>37</b>
<b>7. ÞAKKIR</b> .....	<b>38</b>
<b>8. HEIMILDIR</b> .....	<b>39</b>



© Cornelius Schlawe

## 1. INNGANGUR

Náttúrustofa Suðurlands veitir stjórnvöldum og landeigendum veiðiráðgjöf sem er grundvölluð á stofnvöktun lunda sem hefur staðið síðan 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 2010-2019. Skýrslan er skrifuð til að uppfylla samning milli Umhverfisstofnunar og Náttúrustofu Suðurlands frá 5. júlí 2017 um fjármögnun stofnvöktun á lunda 2017-2019 [3, 4] og var Erpur S. 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 dæmis til könnunar vetrarútbreiðslu með ásetningu og endurheimtum dægurríta og fleiri tengd hliðarverkefni. Viðkoma, kynþroskahlutfall, líftölur og varphlutfall eftir aldri eru notuð til að reikna stofnvöxt í Leslie stofnlíkani, sem og mati á áhrifum veiða og þar með sjálfbærni þeirra. Öll gögn sem hefur verið safnað í stofnvöktun lunda eru varðveitt á Náttúrustofu Suðurlands og mest af þeim aðgengilegt: [www.nattsud.is](http://www.nattsud.is) [5-8] og á vef Umhverfisstofnunar.



©Alex Máni Oddnýjarsen

## 2. AÐFERÐIR

### 2.1 Lundaveiði

Veiðitölur voru fengnar frá Umhverfistofnun 1995-2018, og úr veiðidagbókum Bjargveiðifélaga Vestmanneyja. Veiðitölur UST eru sundurliðaðar í sex veiðisvæði frá og með 1998. Veiðitölur utan Eyja fyrir árið 2003 voru eyðilagðar í mótmælaskini 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 sem sama hlutfall af veiði í Eyjum árabilið 1998-2009 (meðaltal 0,536, staðalfrávik 0,1724).

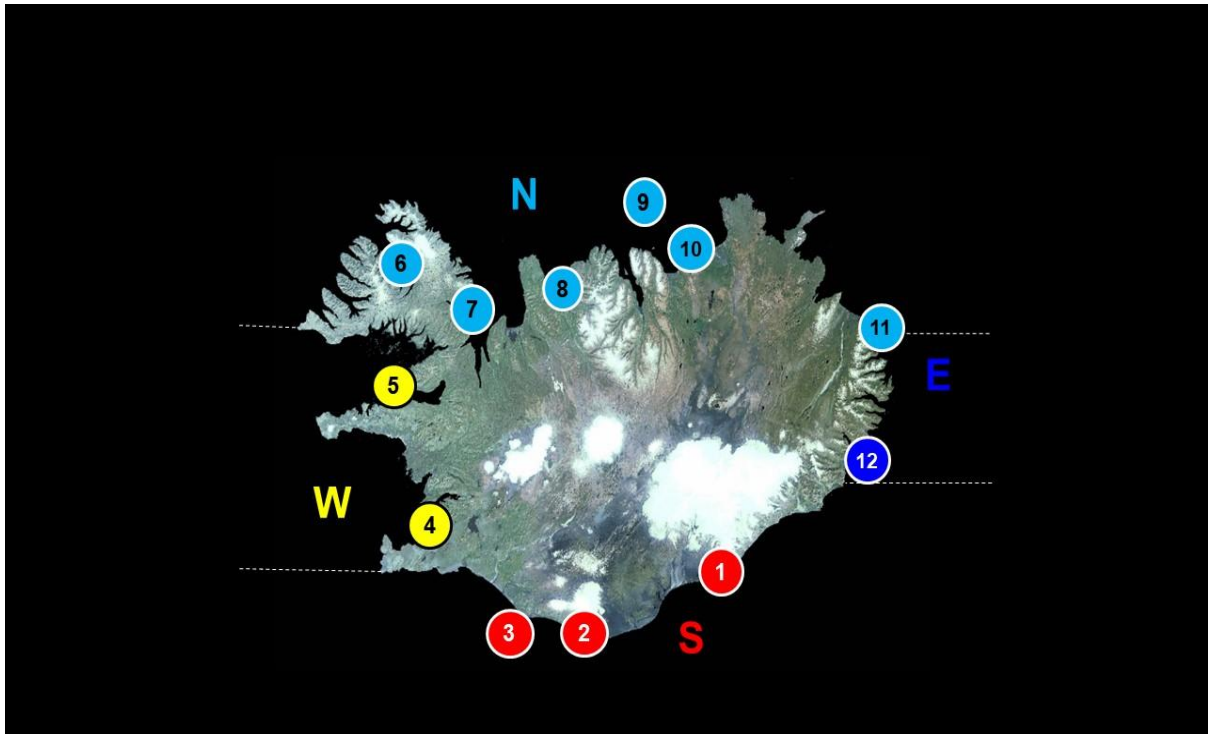
### 2.2 Aldursamsetning veiði

Samtals hafa 20.407 fuglar í afla veiðimanna verið aldursgreindir með því að telja grópir í goggi fuglanna frá 1996 [9]. 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 [10]. Í Eyjum voru að jafnaði til helminga tveggja og þriggja ára fuglar annarsvegar og fjögurra ára og eldri hinsvegar (tafla 3).

### 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 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 (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 hverrar 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 veða gögn fyrir hvert landsvæði með heildarholufjölda hvers landsvæðis.



**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.

Vorið 2017 var meðalvarptími reiknaður fyrir allar byggðir frá upphafi 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. Annars hefst varp fyrst 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 hreiðurdögum milli heimsókna, sem eykur líkur á að nema afföll, og forðast að vera of seint á ferðinni í vörpum þar sem varptími byrjar fyrr.

## 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 [11] í Litlu Rauf í Stórhöfða á Heimaey (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 fiðurhaminn. Almennt sást lítið af fugli í byggðum 2008-2014 og var því skipuleg skimun ekki stunduð. Sumarið 2015 var gert merkingaátak með notkun mistneta og 189 varpfuglar litmerktir, en markmiðið er að litmerkja um 30 fugla árlega til að viðhalda fjölda litmerktra fugla í kringum 300. 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 talsverð viðvera hefur verið í byggðunum á þessum tíma seinni ár. Fyrirhugað er að setja upp sjálfvirka myndavél með innbyggðum farsíma til að fylgjast með viðveru fuglana í byggðinni í rauntíma og auka skilvirkni skimana.

Endurheimtulíkur litmerktra fugla (p) árin 2009-2011 og 2013-2014 voru settar jafnt og núll til að fækka óþarfa metlum og bæta mat á öryggismörkum. Bornar voru saman tvær tilgátur um líftölu og endurheimtulíkur, þar sem líftala var föst eða breytileg milli ára. Endurheimtulíkur voru hafðar breytilegar milli ára (t).

## 2.5 Leslie stofnlíkan

Leslie fylki er notað til að reikna stofnvöxt ( $\lambda$ , lambda) lundans (eftir svæðum og í heild) með aldursbundnum líftölum og frjósemi kvenfugla (tafla 1). Fylkið er tímasett fyrir varptíma (E: pre-breeding) eða 20.maí. Líftala fugla á fyrsta ári er illa þekkt, og er hér sett sem fasti  $S_0 = 0,5$ . Endurheimtuhlutfall pysjuárganga í veiði í Vestmannaeyjum 1961-1982 er milli 5 og 25% og sýnir fylgni við meðallíkamsþyngd við brottför. Vinna þarf úr merkingargögnum frá Vestmannaeyjum svo hægt sé að taka tillits til þessa breytileika, en ekki er ólíklegt að líftalan sé lægri í mögrum árum og hærri í betri árum. Flestar erlendar rannsóknir á líftölu sýna að



líftala lunda er há frá og með öðru aldursári (S1) [12] og er hér notast við mælda líftölu varpfugla (Sa) í Stórhöfða, Heimaey:  $S1 = S2 = S3 = S4 = S5 = Sa$  [10].

Aldursbundin frjósemi ( $F$ ) er margfeldi hlutfalls hvers árgangs sem hefur hafið varp ( $P_{bi}$ ) og viðkomu ( $P$ , fleygir ungar/varpholu):  $F = P_{bi} \times 0,5 P$ . Þar sem fylkið er skilgreint fyrir kvenfugla er frjósemi helminguð (dætur/mæður) en lundi hefur jafnt kynjahlutfall. Hlutföll kvenfugla ( $P_{bi}$ ) 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.  $P_{bi}$  er sem segir: 6,7% hjá 3- og 4 ára, 75% hjá 5-ára og 100% hjá 6-ára og eldri [3]. Veginn kynþroskaaldur kvenfugla ( $\alpha$ ) er 5,89 ár.

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

Aldur	1	2	3	4	5	6	6+
<b>F</b>	0	0	$P_{b3} \frac{1}{2}P$	$P_{b4} \frac{1}{2}P$	$P_{b5} \frac{1}{2}P$	$P_{b6} \frac{1}{2}P$	$P_{b6} \frac{1}{2}P$
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>1</b>	S1	0	0	0	0	0	0
<b>2</b>	0	S2	0	0	0	0	0
<b>3</b>	0	0	S3	0	0	0	0
<b>4</b>	0	0	0	S4	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	0	S5	0	0
<b>6+</b>	0	0	0	0	0	Sa	Sa

Við útreikninga árlegs stofnvaxtar fyrir Norðursvæði og Vestursvæði var notuð vegin meðalviðkoma byggða innan hvers svæðis með hlutfallslegum varpholufjölda hvers byggðar (tafla 2.). Fyrir austursvæði var Papey notuð og Vestmannaeyjar fyrir Suðursvæði. Fyrir stofninn í heild var notast við vegna meðalviðkomu með varpholufjölda hvers svæðis (tafla 2). Reiknuð voru mörk  $\lambda$  fyrir íslenska lundastofninn sem samsvara mismunandi IUCN (International Union for Conservation of Nature) áhættuflokkum og sýndir eru með mismunandi bakgrunnlitum 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 ítruð  $P = 0,49$  og eru notuð til að staðla útreikninga gilda 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  $\lambda < 1$ . Hjá langlífum tegundum eins og lunda leggst veiðidánartala við náttúrulega dánartölu [13].

**Tafla 2.** Varpholufjöldi byggða og landsvæða. Fyrir Akurey (20.000 holur) og Elliðaey (4900 holur [14]) voru notaðar heildartölur fyrir Faxaflóa og Breiðafjörð.

<b>(Nr) Byggð - Landsvæði</b>	<b>Fjöldi varphola</b>
<b>Norðursvæði heildartala</b>	<b>463.000</b>
(6) Vigur	38.400
(7) Grímsey á Steingrímsfirði	31.000
(8) Drangey	45.200
(9) Grímsey utan Eyjafjarðar	53.700
(10) Lundey	36.500
(11) Hafnarhólmi Borgarfirði Eystri	7.000
Samtala byggða á Norðursvæði	211.800
<b>Austursvæði heildartala</b>	<b>483.000</b>
(12) Papey	177.000
<b>Suðursvæði heildartala</b>	<b>1.125.000</b>
(3) Vestmannaeyjar [15]	1.125.000
<b>Vestursvæði heildartala</b>	<b>620.000</b>
(4) Akurey, Kollafirði (20.000)	117.000
(5) Elliðaey Breiðafirði (4900 [14])	503.000
Samtala byggða Vestursvæði	620.000
<b>Ísland heildartala</b>	<b>2.691.000</b>

## 2.6 Áhrif veiða á Norðursvæði

Hlutdeild veiða í stofnbreytingum á Norðursvæði voru athugaðar með því reikna stofnvöxt með og án veiði. Áhrif veiða voru reiknuð með því að draga aldurbundnar veiðidánartölur (Hi) frá aldursbundnum líftölum (Si): S2-H2; S3-H3; S4 til Sa-Ha. Aldursbundnar veiðidánartölur voru metnar sem hlutfall veiddra fugla af áætluðum heildarfjölda fugla á hverjum aldri 2010-2018. Árlegri veiði var skipt í þrennt eftir meðalaldurshlutföllum fyrir Norðursvæði (tafla 4).

Útreikningurinn fór fram í fernu lagi: (1) Áætlaður heildarfjöldi á hverjum aldri hvert ár var reiknaður með margföldun heildarfjölda varphola (463.000) með veginni viðkomu árið á undan (t-1) margfaldað með 2 (til að fá bæði kynin) og með lífslíkum  $S_0$ , og svo árlega með  $S_a$ . Notuð var meðalviðkoma 2010-2019 fyrir árið 2009. Fjöldi varpfugla var lagður saman við fjölda 4- og 5 ára fugla (að undanskildu hlutfalli 3-5 ára sem þegar hafa hafið varp  $Pb_{3-5}$ ). Þannig fæst árlegt en bjagað mat á veiðidánartölunum þrem. Bjögunin stafar af því að ekki veiði er ekki dreginn frá hvert ár og heildarfjöldi þannig ofmetinn. (2) Bjagaðar aldursbundnar meðalveiðidánartölur úr þrepi (1) voru dregnar frá samsvarandi náttúrulegum líftölum og aldursbundinn heildarfjöldi reiknaður fyrir hvert ár eins og í (1). (3) Mismunur á milli stærð aldursþópa úr (1) og (2) fyrir hvert ár gefur áætlaða en bjagaða veiði. (4) Samanlögð áætluð veiði (úr skrefi 3) deilt með samanlagðri raunverulegri veiði fyrir hvert ár gefur hlutfallslegan meðal mun milli áætlaðra og raungilda: HC. Margföldun veiðidánartala (í þrepi 1) með  $1/HC$  lágmarkar meðalmun milli áætlaðra og raungilda og gefur þannig „óbjagað“ mat á veiðidánartölum sem stemma þokkalega við raunverulegar veiðitölur eftir aldri.

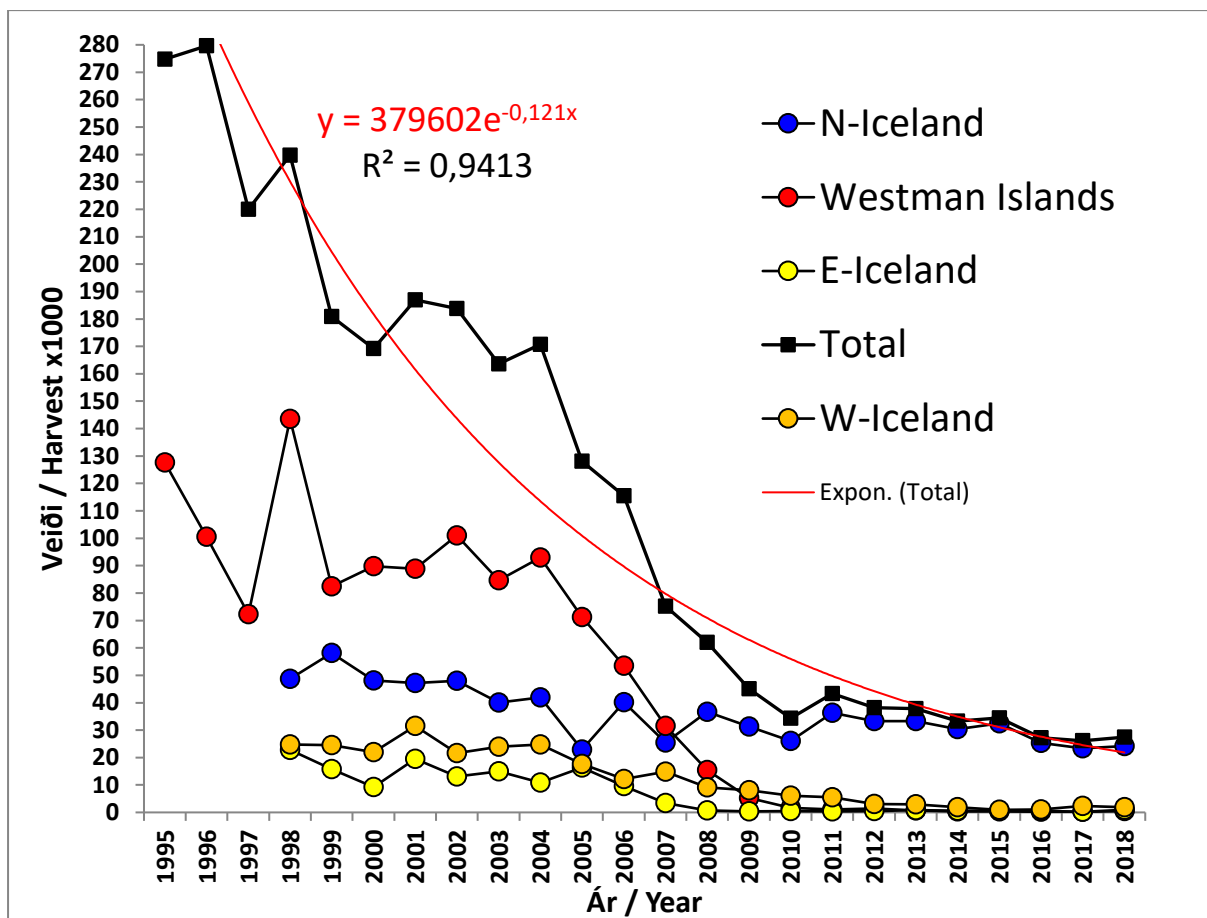
**Tafla 3.** Leslie stofnlíkan af lunda norðanlands með veiðum. Sjá skýringar í texta.

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	S2-H2	0	0	0	0	0
3	0	0	S3-H3	0	0	0	0
4	0	0	0	S4-Ha	0	0	0
5	0	0	0	0	S5-Ha	0	0
6+	0	0	0	0	0	Sa-Ha	Sa-Ha

### 3 NIÐURSTÖÐUR

#### 3.1 Veiðitölur 1995-2018

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 ágætlega lýst með neikvæðu veldisfalli, með veldisfallsvísi  $-0,121$ . Veiði í Vestmannaeyjum hefur verið í öfugu hlutfalli við sjávarhita síðan 1880 [2], en sjó tók að hlýna uppúr 1996.



**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 1995-2018. 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).

Þar sem ungfugl (2-5 ára) er um 75% af veiði, endurspeglar samdráttur í veiði takmörkun á ungaframleiðslu á hlýskeyðum, samanber lágt ungfuglahlutfall frá 1999 (tafla 4). Sókn í Vestmannaeyjum hefur verið svipuð mestanpart síðustu aldar og fram til 2008 [3], sókn annarstaðar er ekki þekkt en líklegt að hún hafi lítið breyst 1995-2007.

Árleg meðalveiði á Norðursvæði minnkaði um 27% fyrir og eftir 2007, var 42.059 fuglar fyrir 2007 og 30.659 fuglar eftir 2007, en almennt hefur ekki dregið úr sókn á þessu svæði 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.

### 3.2 Aldurssamsetning veiði

Samtals hafa 20.406 fuglar í afla veiðimanna voru ljósmyndaðir verið aldursgreindir með því að telja grópir í goggi fuglanna af myndum [9]. Samanburður hlutfalls tveggja og þriggja ára fugla af heildarveiði við merkingagögn frá Vestmannaeyjum árin 1961-1982 [10]. Í Eyjum hefur verið að jafnaði til helminga tveggja og þriggja ára fuglar annarsvegar og fjögurra ára og eldri hinsvegar (tafla 4). Meðalhlutfall tveggja og þriggja ára fugla í veiði á Norðurlandi árin 2008-2017 er 41,5% eða 10,4 prósentustigum lægra en Eyjaviðmiðið og munar mest um fæð tveggja ára fugla í veiðinni. Gert var Z-próf á því hvort hlutföll ungfugla hvert ár á hverju svæði væru tölfræðilega marktækt frábrugðin hlutfalli 2- og 3-ára fugla í Vestmannaeyjum (51,9%, tafla 4). Hlutfall ungfugla yfir tímabilið 1996-2014 í Vestmannaeyjum hefur verið marktækt lægra en viðmiðið nema árið 1996 þegar það var marktækt hærra en viðmiðið eins og árin 2015 og 2018. Á Norðursvæði er svipaða sögu að segja árin 2008-2016 að 2010 undanskildu þegar hlutfallið er marktækt hærra. Árið 2017 er hlutfallið ómarktækt frábrugðið Eyjaviðmiðinu og 2018 er unghlutfallið marktækt hærra en viðmiðið. Í Breiðafirði er hlutfall unga árið 2010 ómarktækt frábrugðið viðmiði en árin 2011 og 2013 eru marktækt lægri en viðmiðið. Samantekið hefur unghlutfall verið almennt marktækt lægra en Eyjaviðmiðið þar til síðustu 1-2 ár eða svo. Lágt unghlutfall í veiði endurspeglar líklega litla ungaframleiðslu, en svo virðist að hlutfallið geti orðið „eðlilegt“ við fremur litla ungaframleiðslu.

**Tafla 4.** Aldurssamsetning lundaveiði í háf. Flokkað var eftir nefskorufjölda en  $\geq 2$  nefskoru flokkarnir eru nefndir hér „4+“ ára, Til samanburðar eru meðalaldurshlutföll 22 árganga (1961-1982) fugla af þekktum aldri (merktar sem pýsjur) í veiði þar sem hver árgangur hefur verið veiddur í að minnsta kosti 25 ár (**feitletrað**). Borið var saman hlutfall ungfugla (2- og 3-ára) og eldri fugla (4+ ára) seinni ár við meðalaldurshlutföll úr Vestmanneyjum (1961-1982) með Z-prófi, martækni 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		
<b>Eyjar [17]</b>	<b>1961-1982</b>	<b>18,7</b>	<b>810</b>	<b>33,2</b>	<b>1443</b>	<b>48,1</b>	<b>2087</b>	<b>4340</b>	
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
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***

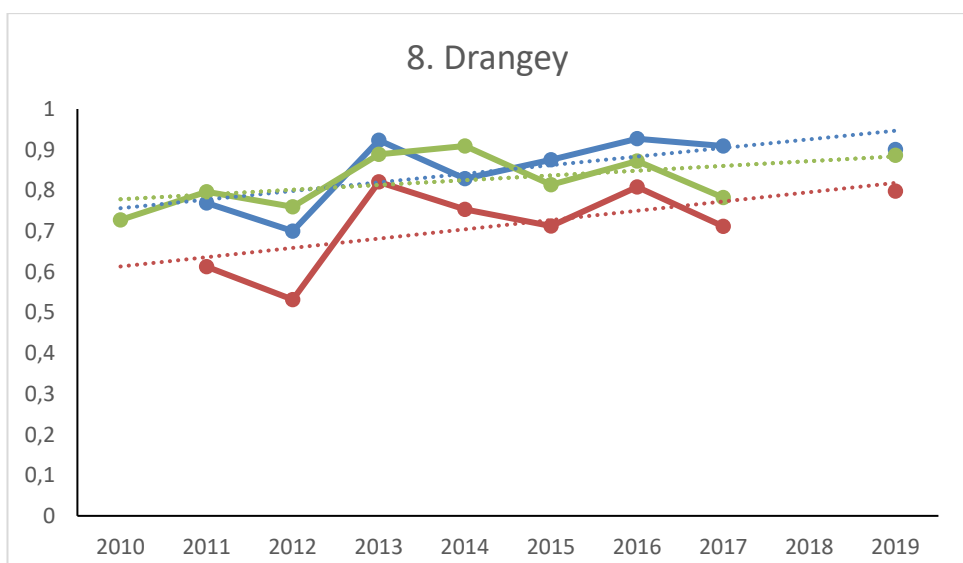
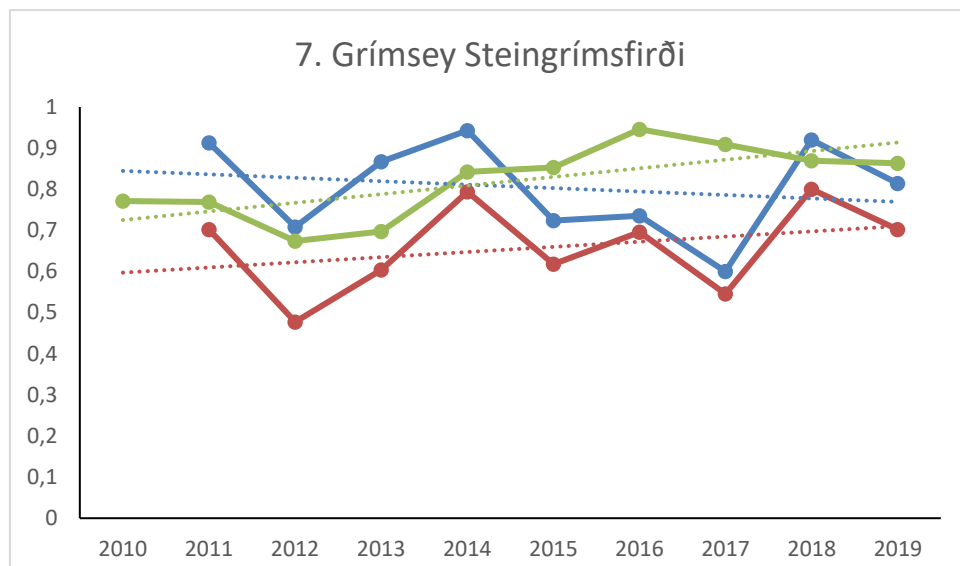
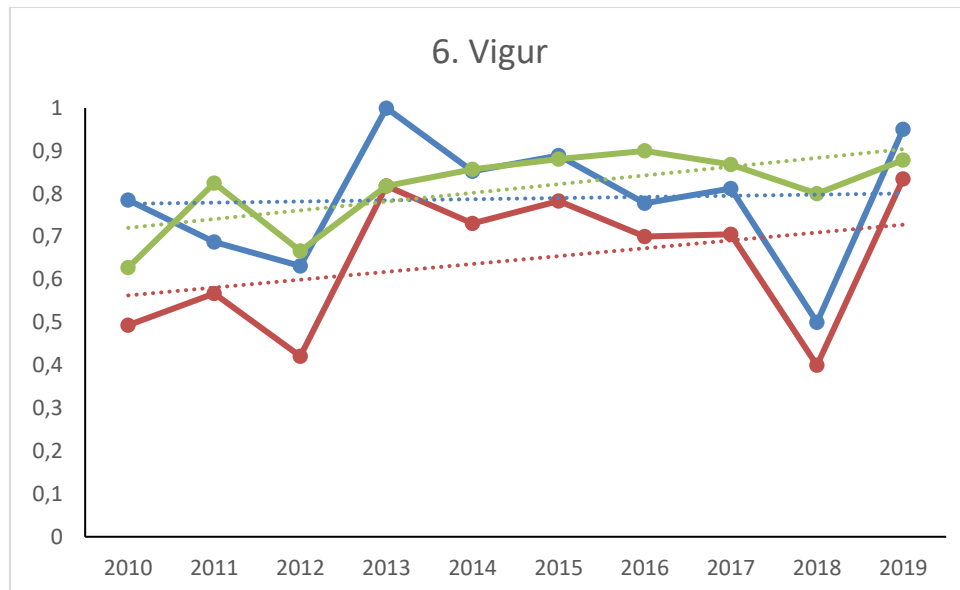
### 3.3 Viðkoma á Norðursvæði

Sex rannsóknabyggðir eru á norðursvæði (1. Mynd). Hafnarhólmi í Borgarfirði Eystra er hér settur innan Norðursvæðis enda viðkoma, ábúð, varpárangur og fæða áþekkari í vörpum þar fremur en í Papey. Vigur í Ísafjarðardjúpi er sömuleiðis mun fremur samstíga vörpum norðanlands en vestanlands og einnig sett innan Norðursvæðis. Veitt er í öllum byggðunum á Norðursvæði nema Hafnarhólma en viðkoma þar var svipuð og í öðrum vörpum á Norðursvæði (að Grímsey undanskilinni, tafla 6). Viðkoma í Grímsey var hæst innan Norðursvæðis 0,683 ungi/holu í upphafi, en hefur nokkurn vegin staðið í stað -0,0039 ungi/holu/ári, meðan ábúð í öðrum rannsóknabyggðum var lægri í upphafi mælinga en hefur aukist 0,01-0,02 unga/holu/ári (tafla 6, 3. Mynd).

Ábúð hefur aukist í öllum byggðunum, en mjög mismikið, lægst 0,0065 egg/holu/ár í Grímsey í Eyjafirði, og hæst 0,0319 egg/holu/ár í Hafnarhólma sem er tæplega fimmfaldur munur.

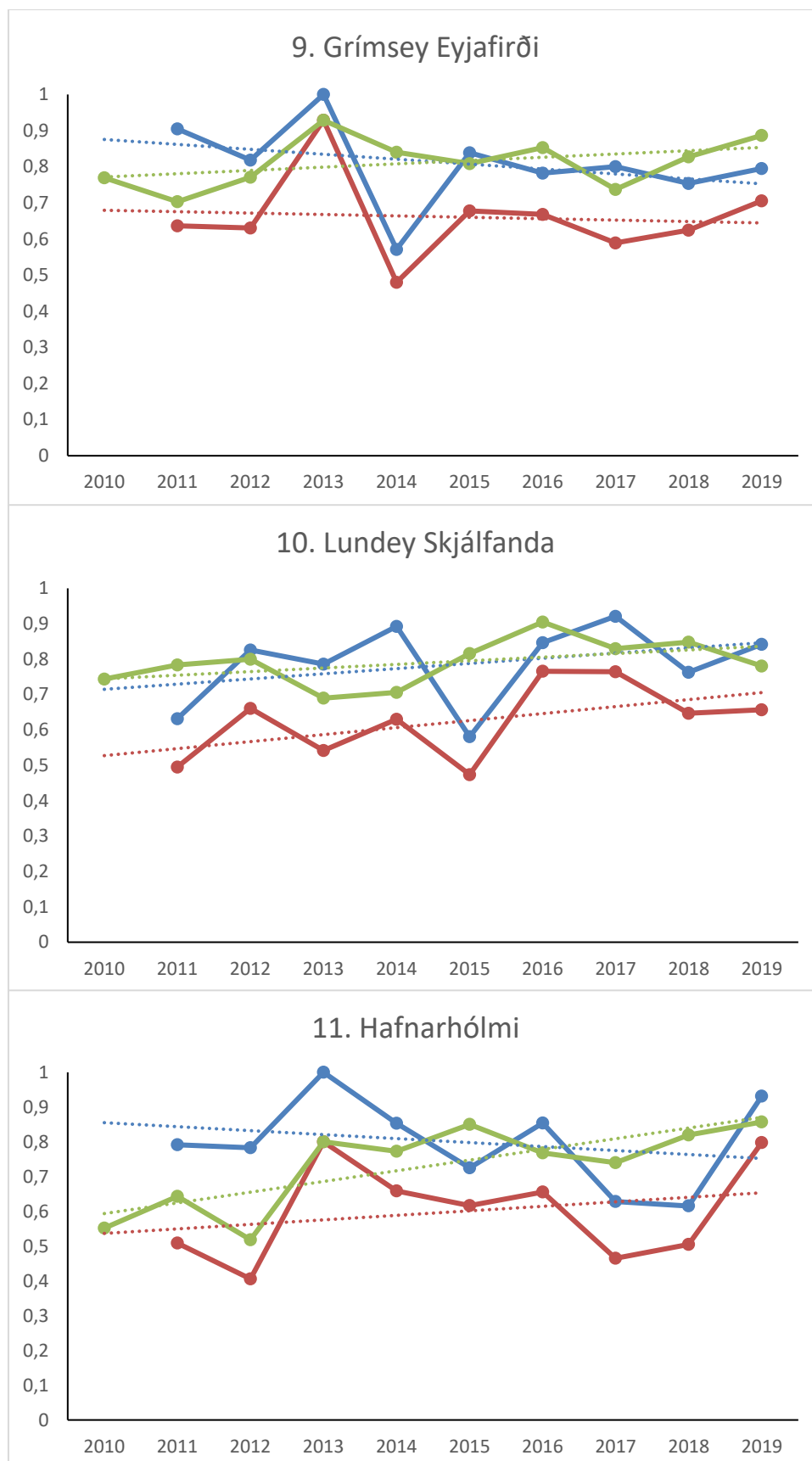
Varpárangur skiptist í tvo flokka. Mjög hár í byrjun (0,85-0,89) en farið lækkandi (-0,008 til -0,0136 ungi/egg/ári), í Grímsey á Steingrímsfirði, Grímsey og Hafnarhólma. Lægri í byrjun (0,7-0,774) en farið hækkandi mishratt eftir byggðum 0,0027-0,0212 ungi/egg/ár í Vigur, Drangey, og Lundey (tafla 6).

Vegin meðalviðkoma með stofnstærðum byggðanna árabilið 2010-2019 hefur mælst hæst á Norðursvæði meðal allra landssvæðanna (0,646 ungi/holu, tafla 5.), og yfir lágmarksviðkomu (0,49 ungi/holu). Sömu sögu er að segja um vegna meðalábúð og veginn varpárangur (tafla 5).



<sup>1</sup> 3. Mynd, sjá næstu blaðsíðu.

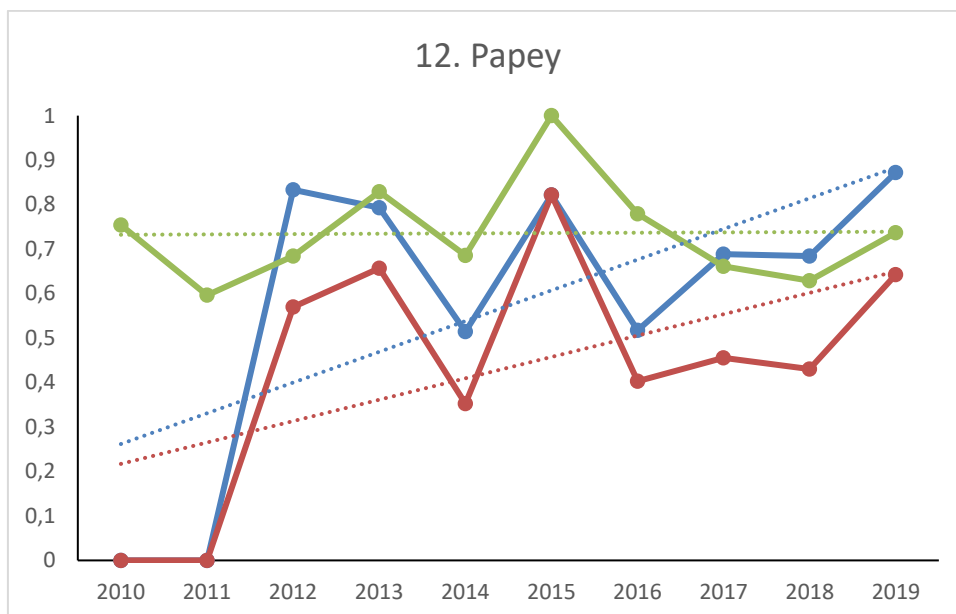




**3. Mynd.** Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í sex rannsóknabyggðum á Norðurlandi. Línuleg leitni er sýnd með brotalínunum í sömu litum. Ófært var í Drangey 2018 vegna veðurs.

### 3.4 Viðkoma á Austursvæði - Papey

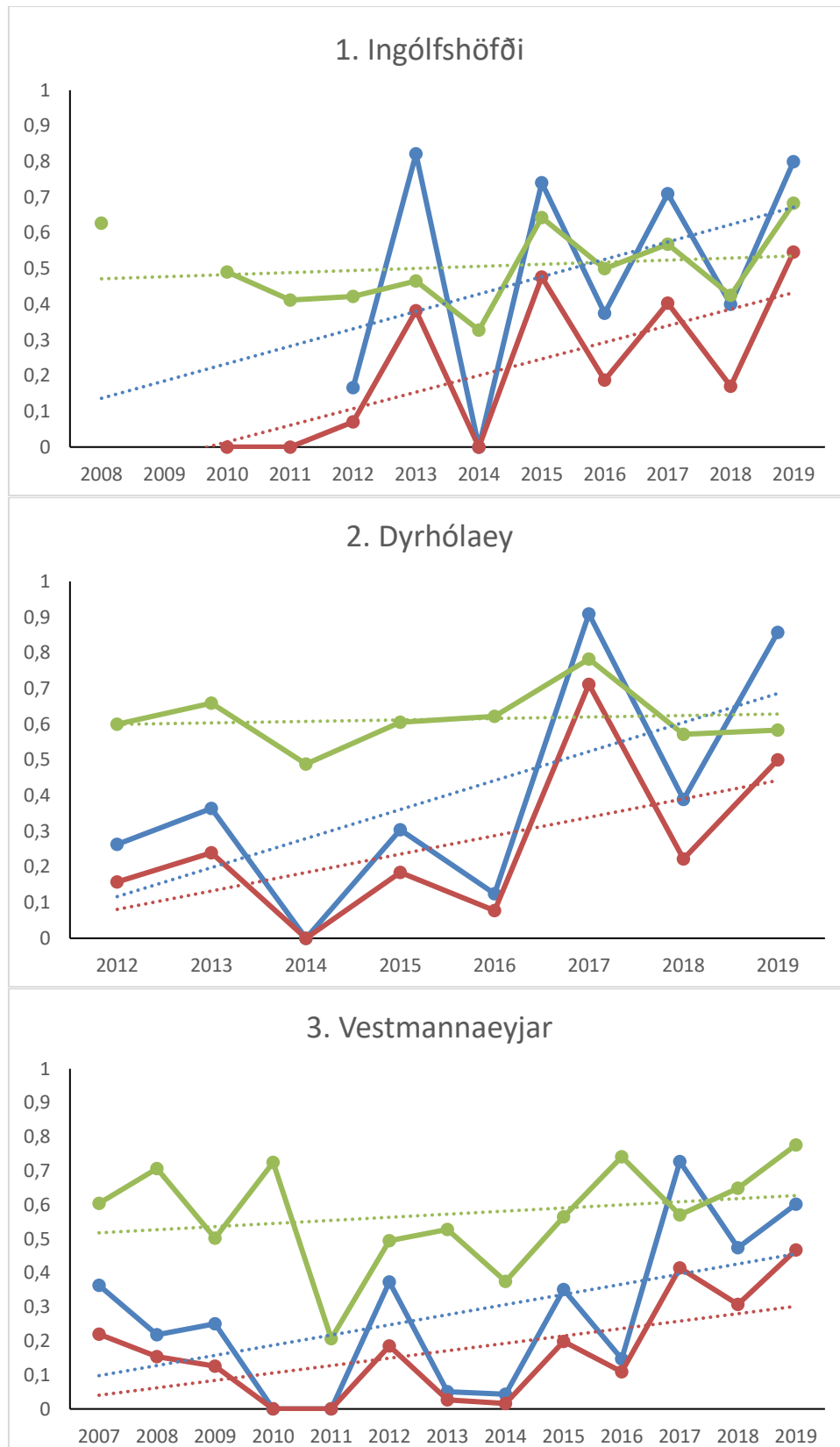
Papey er eina rannsóknarbyggðin á austursvæði. Veiðum þar var að mestu hætt fyrir árið 2010. Ábúð hefur verið breytileg en sýnir litla leitni í tíma (0,0008 egg/holur/ár) og hefur verið 0,736 að meðaltali og næst hæst á eftir Norðursvæði (tafla 5). Meðalviðkoma 2010-2019 var 0,433 ungi/holu sem er undir lámarksviðkomu (0,49 ungi/holu, tafla 5). Árleg aukning viðkomu (0,0481) og varpárangurs (0,0691) var veruleg 2010-2019, en skýrist að mestu með núllárunum 2010 og 2011 í byrjun, að þeim frátöldum hefur árleg breyting viðkomu (-0,0087 ungar/holu/ár) og varpárangurs (-0,0006 ungar/egg/ár) verið nálægt núlli, en ábúð lækkað lítillega (-0,011 egg/holu/ár, 4. Mynd). Segja má að stofninn hafi „náð sér“ strax eftir aldauðaárin 2010 og 2011, en samt sem áður verið undir sjálfbærnimörkum.



**4. Mynd.** Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í Papey, rannsóknarbyggð Austursvæðis. Línuleg leitni er sýnd með brotalínunum í sömu litum.

### 3.5 Viðkoma á Suðursvæði

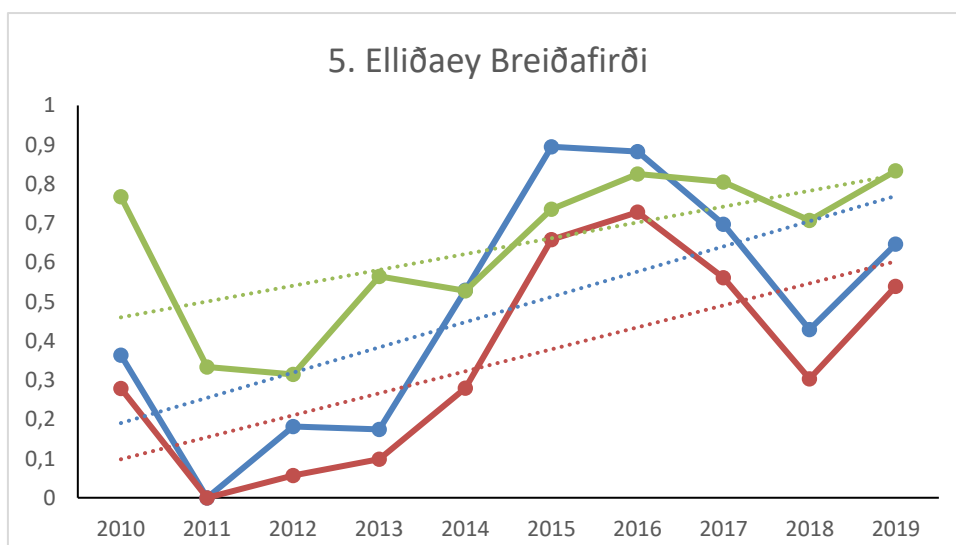
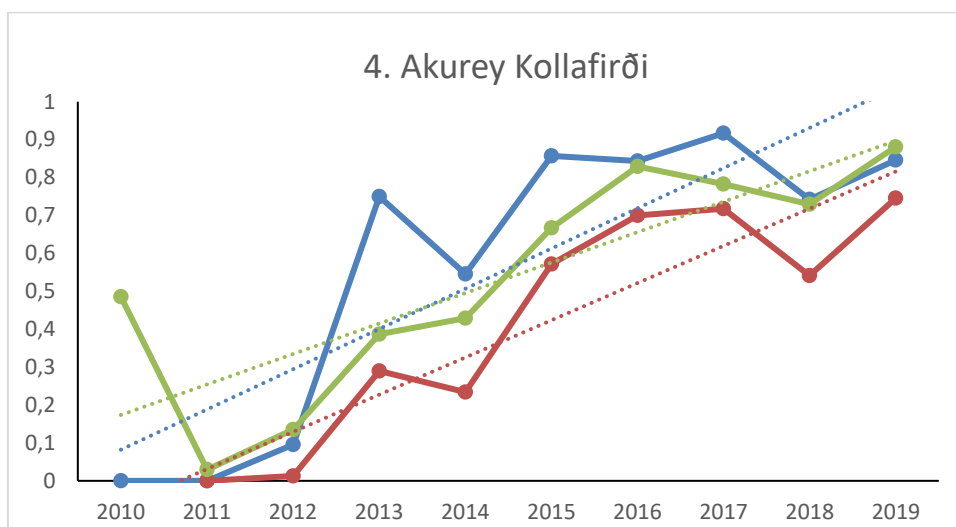
Þrjár rannsóknarbyggðir eru á Suðursvæði: Ingólfshöfði, Dyrhólaey og Vestmannaeyjar. Fyrirnefndu tvö svæðin eru bæði lítil vörp og landföst friðlönd. Fyrir árið 2005 voru mikil sílamið við Ingólfshöfða og Dyrhólaey. Fylgst er með þeim sérstaklega sem ávitum um fæðubreytingar og verður ekki fjallað um viðkomu þessara varpa hér (sjá 5. Mynd). Vestmannaeyjar eru höfuðstöðvar lunda á Íslandi og stærsta einstaka varpheild lunda í veröldinni [15]. Veiðitími í Eyjum hefur verið takmarkaður frá árinu 2008. Breytingar á ábúð í Eyjum eru athyglisverðar fyrir þær sakir hve margir fuglar verpa ekki að jafnaði en meðalábúð hefur verið lægst (0,563 egg/holu) í Eyjum, eða 10,4%, 25,9% og 30% lægri en vegin meðalábúð á Vestur-, Austur- og Norðursvæðunum (tafla 5). Ábúð hefur verið mjög breytileg og náði lágmarki (0,207 egg/holu) árið 2011 og hámarki (0,776 egg/holu) árið 2019, en hefur aukist tímabilið 2007-2019 (0,0091 egg/holu/ár, 5. Mynd, tafla 6.). Athyglisvert dæmi um áraskipti í ábúð er að 800 þúsund pör urpu um árið 2010 þegar varp misfórst (ábúð 0,73 egg/holu), árið eftir urpu þar tæp 230 þúsund pör (ábúð 0,207 egg/holu) sem misfórst reyndar líka. Í Vestmanneyjum hefur meðalviðkoma (0,172 ungi/holu) og meðalvarpárangur (0,277 ungi/egg) mælst lægst á Íslandi (tafla 5), og viðkoma þessa risavarps svo langt undir þeim mörkum sem þarf til viðhalds stofnsins (0,49 ungi/holu) að stofnvöxtur alls Íslenska stofnsins hefur líklega verið neikvæður síðan 2003. Aukning viðkomu (0,0218 ungi/holu/ár) og varpárangurs (0,0298 ungi/egg/ár) grundvallast á síðustu þrem árum (2017-2019), en að þeim frátöldum hefur viðkoma lækkað (-0,059 ungi/holu/ári) en leitni varpárangurs (-0,0092 ungi/egg/ár) verið stöðug tímabilið 2007-2016.



**5. Mynd.** Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í þrem rannsóknabyggðum á Suðursvæði. Línuleg leitni er sýnd með brotalínunum í sömu litum.

### 3.6 Viðkoma á Vestursvæði

Tvær rannsóknarbyggðir eru á Vestursvæði: Akurey á Kollafirði í Faxaflóa og Elliðaey á Breiðafirði. Vegin meðalviðkoma, meðalvarpárangur og meðalábúð hafa verið næst lægst á Vestursvæði (tafla 5). Í flóunum hafa hinsvegar mestar breytingar orðið við landið. Varpárangur, ábúð og þar með viðkoma hafa aukist hraðast allra byggða eftir tímabilið 2010-2013 þegar varp misfórst. Í Akurey jókst viðkoma um 0,0981 unga/holu/ár og 0,0561 unga/holu/ár í Elliðaey. Viðkoma náði hámarki 2016 í Elliðaey og 2019 í Akurey, en varpárangur lækkaði tímabundið 2017-2018 í Elliðaey. Í báðum eyjunum endurspeglar viðkomuaukningin samhliða aukningu á bæði ábúð og varpárangri (6. Mynd).



**6 Mynd.** Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í tveimur byggðum á Vestursvæði. Línuleg leitni er sýnd með brotalínunum í sömu litum.

**Tafla 5.** Veginn meðalvarpárangur (fleygar pysjur/egg), meðalábúð (egg/holu), meðalviðkoma (fleygar pysjur/holu) auk staðalskekkju (S.E.) eftir landsvæðum (sjá skilgreiningu svæða á 1. Mynd) eftir fjölda varphola rannsóknarbyggða innan svæða og hlutdeild í heild fyrir landið (tafla 2.).

Svæði	Meðal varpárangur		Meðalábúð		Meðalviðkoma	
	(ungi/egg)	SE	(egg/holu)	SE	(ungi/holu)	SE
Norður	0,804	0,0181	0,810	0,0169	0,646	0,0274
Vestur	0,495	0,0963	0,621	0,0672	0,356	0,0826
Austur*	0,572	0,1031	0,736	0,0369	0,433	0,0848
Eyjar	0,277	0,0842	0,563	0,0557	0,172	0,0255
Landið	0,325	0,0563	0,489	0,0385	0,230	0,0425

\*Papey.

**Tafla 6.** Aðhvarfsjöfnur ábúðar (BO), varpárangurs (NS) og viðkomu (P) í myndum 3-6 og fylgni við tíma (r). Aðhvarfsjafnan er  $Y = \text{fasti} + \text{hallatala} \times \text{ár}$ . Sjá myndir 3-6.

Byggð	BO		NS		P				
	fasti	hallatala	BO r	fasti	hallatala	NS r	P fasti	hallatala	P r
1	0,4658	0,0058	0,181	0,0879	0,0487	0,382	-0,1249	0,0465	0,665
2	0,5953	0,0041	0,120	0,0354	0,0813	0,616	0,0293	0,0516	0,543
3	0,5086	0,0091	0,224	0,068	0,0298	0,500	0,0186	0,0218	0,557
4	0,0804	0,0934	0,830	-0,024	0,1061	0,848	-0,1652	0,0981	0,906
5	0,4195	0,0403	0,622	0,1259	0,0643	0,637	0,0419	0,0561	0,656
6	0,7003	0,0204	0,664	0,774	0,0027	0,054	0,5447	0,0183	0,341
7	0,7041	0,021	0,714	0,8529	-0,0084	0,195	0,5847	0,0125	0,317
8	0,7664	0,0117	0,529	0,735	0,0212	0,688	0,59	0,0228	0,600
9	0,7624	0,0091	0,399	0,8891	-0,0136	0,323	0,6834	-0,0039	0,089
10	0,734	0,0102	0,474	0,7	0,0146	0,350	0,5075	0,0198	0,515
11	0,5628	0,0308	0,772	0,8665	-0,0114	0,244	0,5235	0,013	0,252
12	0,7314	0,0008	0,020	0,1926	0,0691	0,642	0,1689	0,0481	0,543

### 3.7 Líftala lunda

Bornar voru saman tvær mismunandi tilgátur við mat á líftölu fullvaxinna fugla sem byggir á gögnunum úr Stórhöfða í forritinu MARK (tafla 7). Tilgátan „ $\varphi(\cdot) p(t)$ “ þar sem líftala ( $\varphi$ ) er fasti ( $\cdot$ ) milli ára var best studd gögnunum, en endurheimtulíkur ( $p$ ) voru hafðar breytilegar eftir árum ( $p(t)$ ) (tafla 7). Náttúruleg árleg líftala varpfugla er 0,920 (0,0544 SE). Þessi líftala er áþekk 0,935 sem hefur verið mæld í fjórum erlendum byggðum af sex [12]. Rétt er að benda á að nákvæmni matsins er lágt sem sést á víðum 95% öryggismörkum: 0,7298-0,9799, sem stafar af lágum endurheimtulíkum og veldur því einnig að ekki er hægt að mæla áramun líftala.

**Tafla 7.** Samanburður tveggja tilgáta um hvort líftölur ( $\varphi$ ) séu háðar ( $t$ ) eða óháðar ( $\cdot$ ) tíma. „Overdispersion“  $\hat{c} = 1,338$  er reiknuð inn í samanburð („Quasi“), staðalskekkjur og öryggismörk. Fastar lífslíkur er betur studd tilgáta. Endurheimtulíkur ( $p$ ) voru hafðar breytilegar í tíma.

Tilgáta	QAICc	$\Delta$ QAICc	QAICc Weights	Model Likelihood	Num. Param.	QDeviance
$\varphi(\cdot) p(t)$	521,4067	0,0000	0,99210	1.0000	7	36.4696
$\varphi(t) p(t)$	533,1220	11,8165	0.00284	0.0029	16	28.9670



© Erpur Snær Hansen

**Tafla 8.** Litmerkingar, aflestrar og endurheimtulíkur (pt) litmerktra lunda í Litlu Rauf í Stórhöfða á Heimaey 2008-2019.

Ár	Nýmerktir	Aflestrar	p(t)	S.E.	95% Öryggismörk	
					Neðri	Efri
2008	31	-	-	-	-	-
2009	0	2	0,0694	0,0550	0,0138	0,2839
2010	0	0	-	-	-	-
2011	0	0	-	-	-	-
2012	0	0	-	-	-	-
2013	0	1	0,0461	0,0533	0,0045	0,3418
2014	34	0	-	-	-	-
2015	189	0	-	-	-	-
2016	0	17	0,0680	0,0195	0,0385	0,1176
2017	31	26	0,1351	0,0332	0,0821	0,2141
2018	0	11	0,0383	0,0163	0,0164	0,0867
2019	11	43	0,1989	0,0597	0,1064	0,3411
<b>Samtals</b>	<b>296</b>	<b>100</b>				

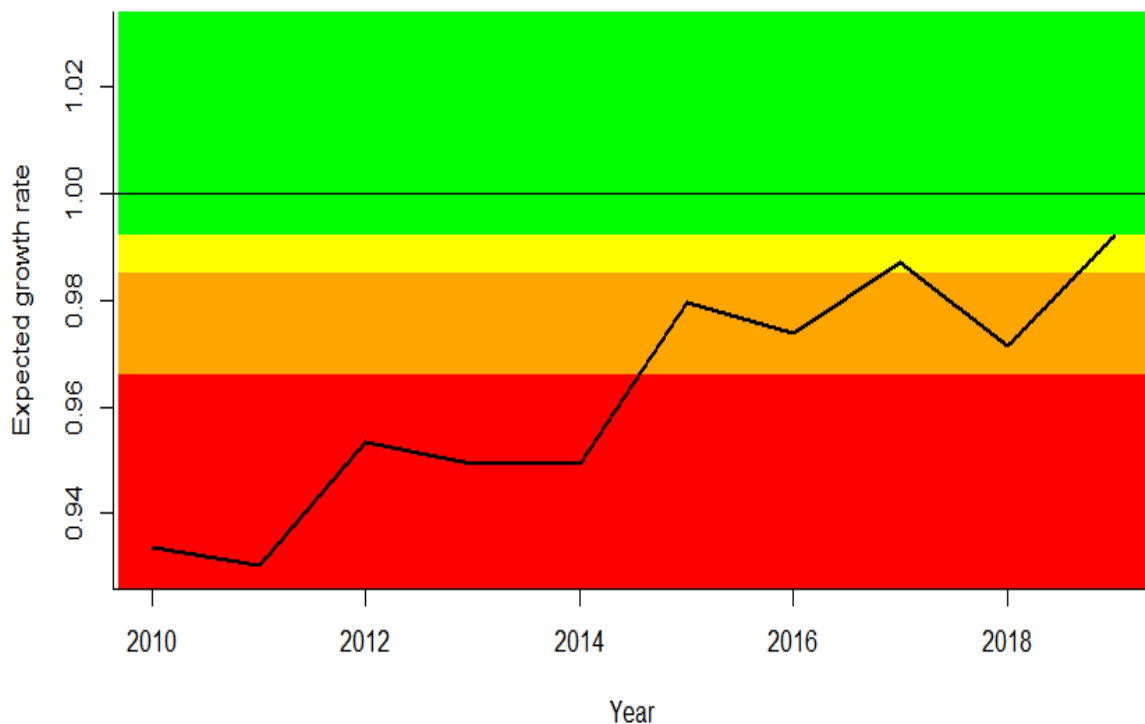


© Ingvar Atli Sigurðsson



### 3.8 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 þrjú ár (8. Mynd). Litlar breytingar hafa verið á Norðursvæði. Svo virðist sem stofninn sé við það að komast upp úr 17 ára stofnlægð.



**7. Mynd.** Árlegur stofnvöxtur lunda ( $\lambda$ ) á Íslandi 2010-2019. Stofninn vex þegar  $\lambda > 1$  og rénar þegar  $\lambda < 1$ ,  $\lambda = 1$  er sýnt með svartri láréttri línu. Veiðar eru stofnvistfræðilega ósjálfbærar þegar þegar  $\lambda < 1$ . Geometrískt meðaltal  $\lambda$  árin 2010-2019 er 0,96478, eða -2,73% fækkun á ári. Reiknuð fækkun með þessu meðaltali árabilið 2003-2019 er -43,7%. Litir sýna þá IUCN flokka 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*.

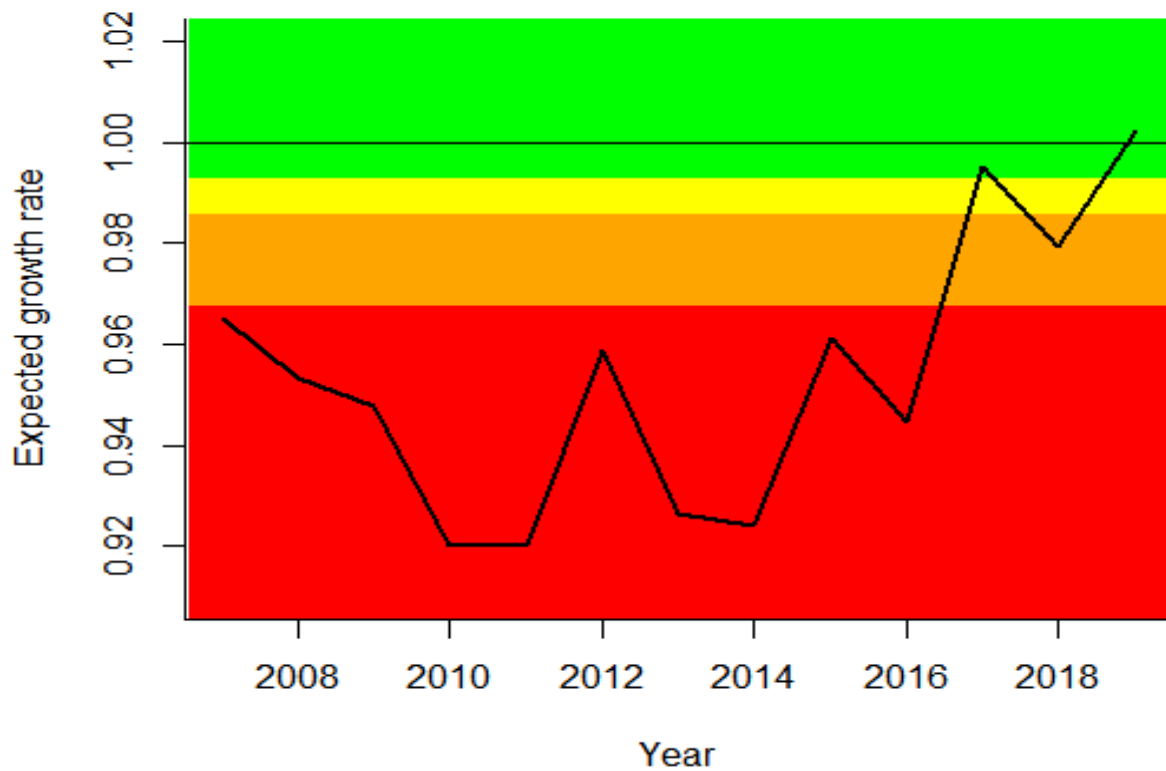
Stofnvaxtarhraðinn er ennþá undir sjálfbærnimörkum ( $\lambda = 1$ ) og hefur fækkað verulega í stofninum á síðustu 17 árum. Í þessu samhengi vekur athygli að ábúð hefur aukist lítillega ( $<0,01$  egg/holu/ári) á flestum svæðum (Eyjar meðtaldar), um  $0,02$  egg/holu/ári í Grímsey á Steingrímsfirði og Vigur, en  $0,03$  egg/holu/ári í Hafnarhólma. Gríðarleg aukning varð á Vestursvæði, um  $0,04$  egg/holu/ári í Breiðafirði og  $0,09$  egg/holu/ári í Faxaflóa (tafla 6), en þar var ábúð lægst í byrjun. Þetta eru sterkar vísbendingar um að breytingar á ábúð séu tempraðar af geldstofni sem sleppir varpi, sérstaklega í slæmu árferði en að minna leyti þegar árferði er eðlilegt. Unnið er að því að meta stærð geldstofnsins og ástæðum þess að þör 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 sem myndi endurspeglast í lækkandi ábúð.

### 3.9 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. Mikið stökk uppávið verður þrjú síðustu ár, og 2019 nær upp fyrir stofnvistfræðilegt sjálfbærni viðmið í fyrsta sinn síðan mælingar hófust (8. Mynd).



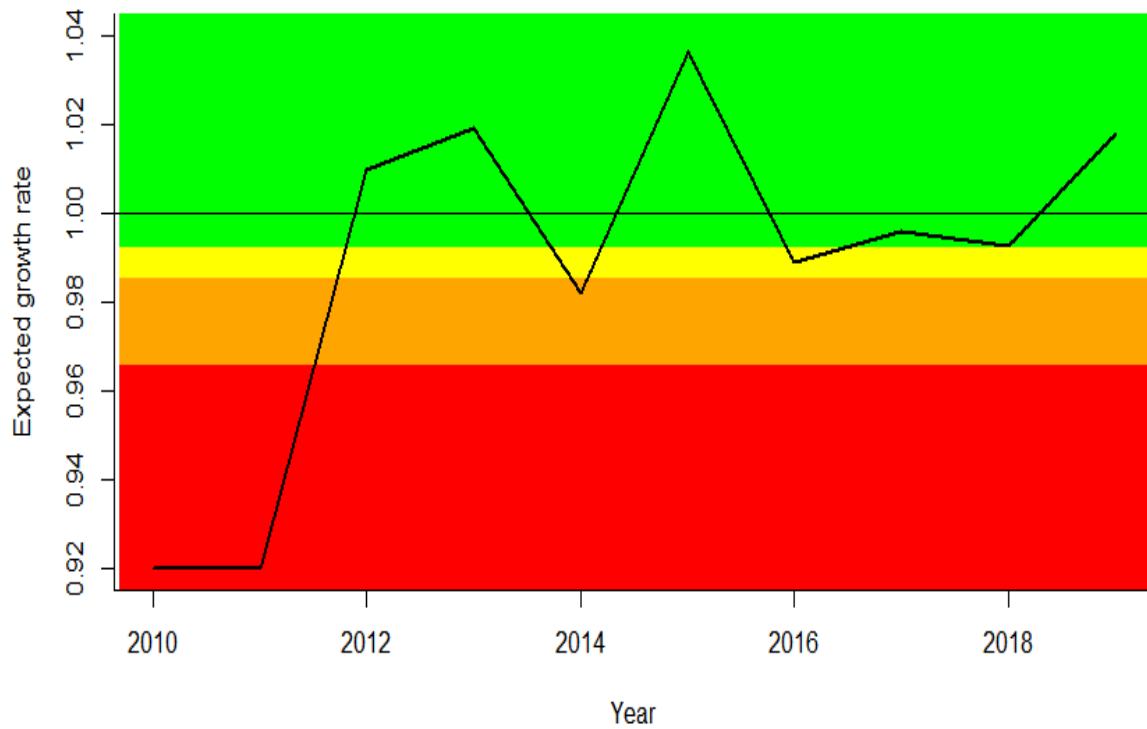
Ungadauði í Papey 2011 © Cornelius Schlawe.



**8. Mynd.** Árlegur stofnvöxtur lunda ( $\lambda$ ) í Vestmannaeyjum 2007-2019. Litir sýna þá IUCN flokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 7. Mynd.



© Susan Schubel



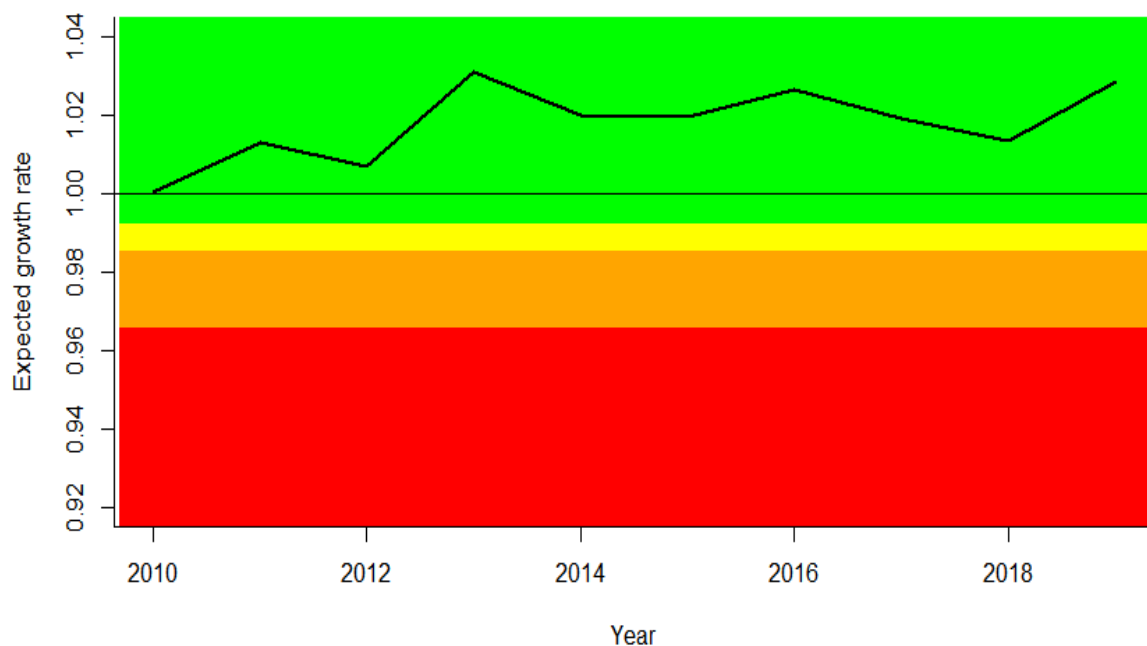
**9. Mynd.** Árlegur stofnvöxtur lunda ( $\lambda$ ) í Papey 2010-2019. Litir sýna þá IUCN flokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 7. Mynd.



**10. Mynd.** Árlegur stofnvöxtur lunda ( $\lambda$ ) á vestursvæði 2010-2019. Litir sýna þá IUCN flokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 7. Mynd.



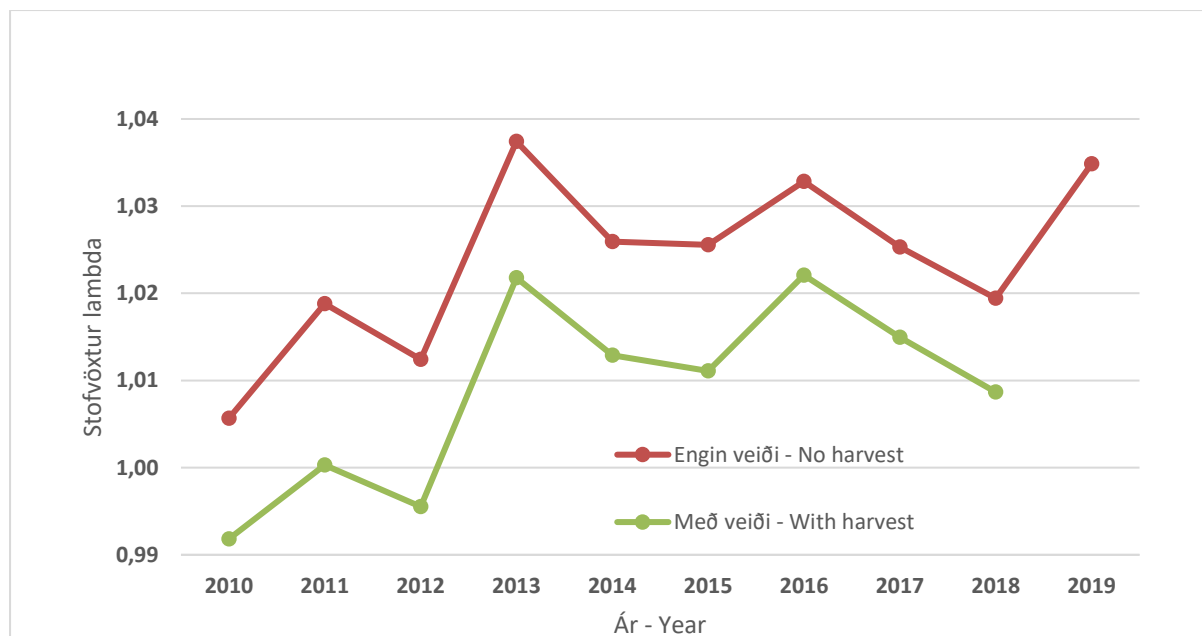
**11. Mynd.** Árlegur stofnvöxtur lunda ( $\lambda$ ) á Norðurlandi 2010-2019 með veiði. Líftölur lækkaðar um meðalveiðidánartölur  $S_2 = 0,895$ ,  $S_2 = 0,858$ ,  $S_a = 0,906$ . Litir sýna þá IUCN flokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 7. Mynd.



**12. Mynd.** Áætlaður árlegur stofnvöxtur lunda ( $\lambda$ ) á Norðursvæði 2010-2019 ef ekki hefði verið veitt. Litir sýna þá IUCN flokka sem stofnvöxtur raðast innan, sjá skýringar við 7. Mynd.

### 3.10 Áhrif veiða á stofnvöxt á Norðursvæði

Hlutfallslegur mismunur margfeldismeðaltala stofnvaxtar með og án veiða á Norðursvæði 2010-2018 (12. Mynd) er 61,3%. Það þýðir að veiðar hafa tekið 61,3% af ungaframleiðslunni sem er umfram stofnviðhald.



**12. Mynd.** Samanburður á árlegum stofnvexti lunda ( $\lambda$ ) á Norðurlandi með og án veiði. Líftölur lækkaðar um árlegar veiðidánartölur.

### 3.11 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.

Fyrir áhugasama er vísað á erindi um válistastöðu lundastofnsins:

[https://www.youtube.com/watch?v=d\\_ppl8lIUd4](https://www.youtube.com/watch?v=d_ppl8lIUd4)

### 3.12 Vöktun fæðu

Í júlí eru varpfuglar með fæðu í gogg ljósmyndaðir og fæða greind seinna af myndum. Greining á myndum gefur fæðusamsetningu, stærð og fjölda. Úrvinnsla er vel á veg kominn, en ákvörðunin um að meta einnig stærð og fjölda fæðu frá upphafi hefur seinkað úrvinnslu. Þessi rannsókn er hluti meistaraverkefnis Sarah Giltz.

Svipað heildarmynstur sást 2019 og undanfarin ár þ.e. síli norðanlands og loðnu- og sílalirfur austanlands. Vestanlands sást talsverður sílaburður í Faxaflóa. Færri fæðuberar sáust á Breiðafirði. Rauða sævesla var ekki áberandi 2019 í Eyjum en mest um fiskalirfur, bæði loðna og síli. Upp úr miðjum júlí fór að bera á ljósátu í fæðu.

Lífsýni hafa verið tekin um árabíl til rannsókna á styrk  $^{15}\text{N}$  og  $^{13}\text{C}$  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 fæðuprepi fæða er étin á mismunandi árstímum [16, 17]. 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 sameiginlegar [18]. 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 ár [8].

Safnað var 20 saursýnum í öllum 12 rannsóknabyggðunum árin 2018 og 2019 en hugmyndin er að greina í þeim fæðu til tegunda og magns með svokallaðri DNA barcoding aðferð. Þetta verkefni er unnið í samvinnu við háskólann í Szczecin í Póllandi.

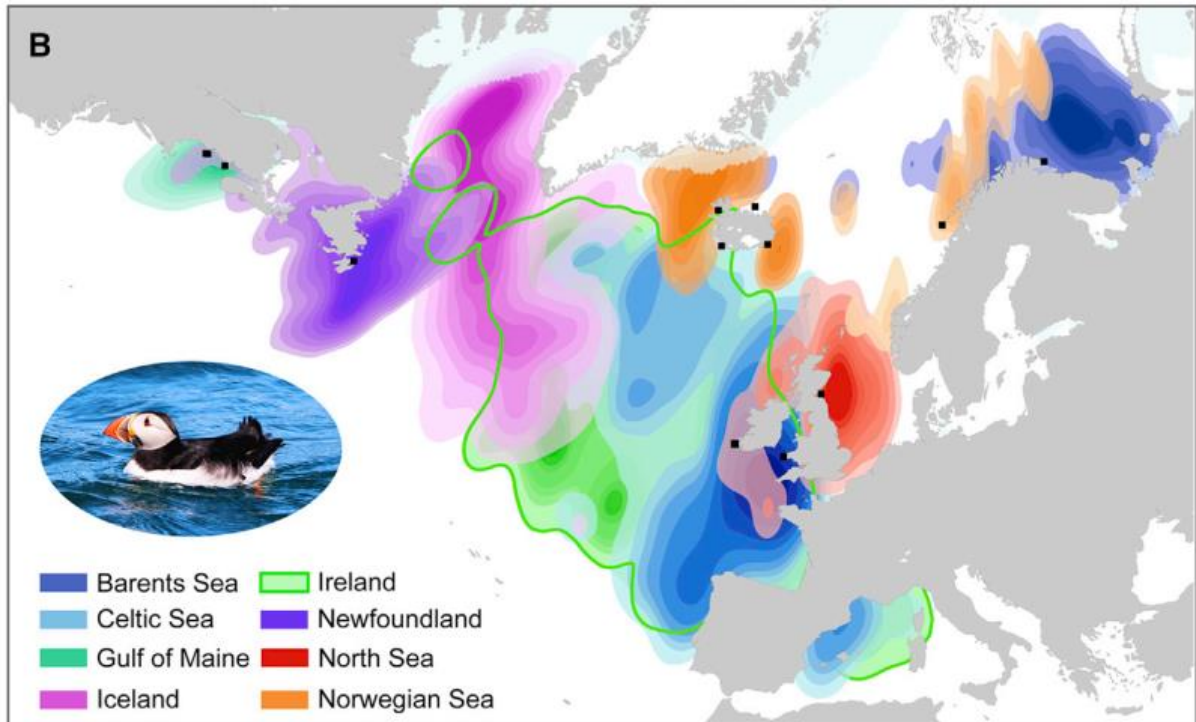
### 3.13 Lundatal Íslands

Vinna við lundatal hefur staðið yfir um árabíl en frumkvöðull þess er Arnþór Garðarsson prófessor emeritus sem hefur nú sest í helgan stein. 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 og áætla afganginn skynsamlega. Um 41% íslenskra lunda verpur í Eyjum, og um 74% stofnsins verpur í 18 byggðum þegar Eyjar og Breiðafjörður eru taldar sem ein heild. Þótt smábyggðir (fáein hundruð til nokkur þúsund pör) skipti hundruðum er fremur ólíklegt að heildartala þeirra fari mikið yfir 200-400.000 pör sem er aðeins um 10-20% af núverandi stofnmat (um 2 milljónir varpara). Því hefur verið lögð áhersla á að telja stærri byggðir. Yfirlit um lundatal Íslands má finna á veggspjaldi: <http://www.nattsud.is/skrar/file/ES%20Hansen%20&%20A%20Gardarsson%202009%20Puffin%20Population%20of%20Vestmannaeyjar.pdf>

### 3.11 Könnun vetrarstöðva

Starfsfólk Náttúrustofu Suðurlands hefur sett dægurríta á lunda síðan 2013 í fimm byggðum (Grímsey, Papey, Heimaey, Elliðaey Vestmannaeyjum og Hafnarhólma í Borgarfirði Eystra) samtals 380 tæki [19]. Frá 2014 hefur þetta verkefni verið innan vébanda alþjóðlegs samstarfs í SEATRACK verkefninu sem Norðmenn fjármagna og stjórna og 20 ritar settir á árlega í Papey og Grímsey. Árið 2019 var Elliðaey í Vestmannaeyjum bætt við kerfið með ásetningu 25 rita. Dægurrítar skrá daglega tíma og daglengd og þarf að ná fuglunum aftur til að hlaða niður gögnunum. Með þessum upplýsingum er hægt að staðsetja fuglana daglega með um 180 km nákvæmni utan jafndægra. Samtals hafa 121 dægurrítar verið endurheimtir og þar af 26 ritar 2019, margir frá 2017. Ritar sem nást 2-3 árum eftir ásetningu hafa 2x-3x meira gagnamagn ef þeir eru virkir, en þeir bila frekar með auknum aldri. Verkefnið mun standa til 2023, og hefur landfræðilegt umfang verið stækkað í vestur með þátttöku Kanada, Grænlands og Írlands og inniheldur nú allt norðanvert N-Atlantshaf. Annette Fayet notaði okkar gögn og annarra í alþjóðlegu samstarfi sem hefur verið kynnt á ráðstefnum erlendis og hérlendis (13. Mynd). Árið 2017 kom út ritrýnd tímaritsgrein um niðurstöður þessara rannsókna [18]:





**13. Mynd.** Niðurstöður kortlagningar vetrarstöðva lunda með dægurrítum [20]. Svartir ferningar sýna byggðir þar sem dægurrítar voru settir á. Græna útlínan sýnir útbreiðslumörk írskra lunda. Ljósblá svæði sýna meðal útbreiðslu hafíss [18].

#### 4. UMRÆÐA

Lundi er algengastur og einna mest veiddur íslenskra fugla. Næstum allur lundi er nú veiddur í háf á varptíma og varð háfaveiði ríkjandi veiðiaðferð í Vestmannaeyjum um 1880 [1]. Þar hefur veiðimagn verið tengt sjávarhita frá 1880 [2]. Skiptast á hlý- og köld tímabil sem vara í um 35 ár (svonefnd AMO sveifla), og hefur veiði hnignað á hlýskeiðunum en aukist á kaldskeiðum. Núverandi hlýskeið hófst 1996 og hefur veiði á landsvísu dregist saman um 90% 1995-2018, en samdrátturinn 1995-2007 nemur 73 prósentustigum, þ.e. áður en dregið var úr sókn. Líklegt er að lækkuð viðkoma á landsvísu skýri að mestu þennan samdrátt í veiðum, sem aftur endurspeglar neikvæð áhrif hitabreytinga og hugsanlega fleiri umhverfispáttá á aðalfæðutegundir lunda hérlendis, sandsíli og loðnu. Árlegur stofnvöxtur ( $\lambda$ ) Íslenska lundastofnsins á landsvísu árabilið 2010-2019 hefur verið undir stofnvistfræðilegum sjálfbærnimörkum ( $\lambda = 1$ ) og líklega frá árinu 2003 þegar sjávarhiti náði hámarki. Veiðar hafa verið ósjálfbærar þennan tíma. Líftala varpfugla í Vestmannaeyjum 2008-2019 hefur verið eðlileg (0,92), en þar hefur viðkoma jafnframt verið lægst. Lítil viðkoma hefur valdið mikilli

fækkun í stofninum síðustu 17 ár. Mikill munur hefur verið í viðkomu, varpárangri og ábúð milli fjögurra landsvæða. Hæstur og fremur stöðugur á norðursvæði og sandsíli algeng fæða. Á Austursvæði hefur stofnvöxtur verið breytilegur eftir núll-árin 2010 og 2011 en ekki sýnt ákveðna leitni. Á Vestursvæði (Faxaflóa og Breiðafirði) hafa orðið mestar breytingar, með mikilli aukningu í viðkomu, varpárangurs og ábúðar. Sandsíli hefur talsvert sést þar í fæðuburði síðustu þrjú ár, mest í Faxaflóa. Stofnvöxtur hefur verið lægstur í Vestmannaeyjum, en viðkoma í Eyjum hefur verið lítil allt frá árinu 2003 og íslenski lundastofninn líklega verið í rénun síðan þá. Svo virðist sem sílið nái ekki enn sem komið er að fjölga nægjanlega til að ná fyrri stöðu sinni við Suðurland á síðasta kaldsjávarskeiði, en síðustu þrjú ár hefur viðkoma aukist verulega í Eyjum og hækkað stofnvöxt mikið. Vísbendingar eru um að tímasetning vorblóma eigi einhvern hlut þar að máli til viðbótar við áhrif sjávarhita.

#### 4.1 Veiðiráðgjöf

Aukning viðkomu og stofnvaxtar eru sannarlega ánægjulegar fréttir og eðlileg líftala varpfugla sömuleiðis. Hvorugt breytir þó þeirri staðreynd að það mun taka einhver ár að fylla upp í það skarð sem langvarandi viðkomubrestur hefur valdið. Í millitíðinni er eðlilegt er að beita varúðarreglu og túlka óvissu lundanum í hag og stunda ekki veiðar. Lundaveiðar hafa verið stofnvistfræðilega ósjálfbærar á landsvísu að minnsta kosti undanfarin 10 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 [13]. 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, nema norðanlands og í Ísafjarðardjúpi. 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 a.m.k. stofnvöxtur verður jákvæður ( $\lambda \geq 1$ ).

## 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 Fjölmiðlaumfjöllun

Hér eru hlekkir á margt það helsta:

<https://www.aftenposten.no/a-magasinet/i/e8RklQ/da-bbc-kom-for-aa-filme-ham-holdt-de-identiteten-hans-skiult-jeg-skioenner-at-noen-ikke-likes-det-vi-driver-med>

<https://app.frame.io/presentations/df00c4b7-37d9-431e-9ec9-32a17ee9bf62>

<https://www.nytimes.com/interactive/2018/08/29/climate/puffins-dwindling-iceland.html>

[https://www.independent.co.uk/news/long\\_reads/puffins-declining-population-climate-change-pollution-hunting-iceland-a8530891.html](https://www.independent.co.uk/news/long_reads/puffins-declining-population-climate-change-pollution-hunting-iceland-a8530891.html)

<https://www.sciencedaily.com/releases/2017/11/171130122901.htm>

<https://www.cbsnews.com/news/a-childrens-puffin-rescue-squad-heimaey-island-iceland/>

<https://twitter.com/bbcworld/status/1051499713248329729?lang=en>

<https://www.dw.com/en/warming-waters-hit-the-iconic-puffin/a-44090725>

<https://www.mbl.is/frettir/innlent/2018/08/30/af-hverju-hverfa-lundarnir/?ref=morenews>

s

<http://www.ruv.is/utvarp/spila/morgunutvarpid/23822?ep=7grgeu>

<https://icelandmonitor.mbl.is/news/nature-and-travel/2018/07/29/puffins-fly-far-to-feed-their-young/>

<https://grapevine.is/news/2018/07/24/iceland-news-rare-whales-puffin-sex-guns/>

<https://icelandmag.is/article/great-news-2018-looks-a-good-year-puffin-population-iceland>

<https://icelandictimes.com/researching-icelands-puffins/?lang=fr>

<http://www.mbl.is/frettir/innlent/2017/07/11/lundinn-seint-a-ferd-i-ar/>

<http://www.mbl.is/frettir/innlent/2017/09/22/langvia-teista-lundi-og-fyll-a-valista/>

## 5.2 Ráðstefnur

2019. Ráðstefna Vistfræðifélags Íslands, Hólum í Hjaltadal 29-30.mars, erindið 2018b endurflutt flutt af ESH.
- 2018a. E.S. Hansen. *Changes in Atlantic Puffin's productivity & harvest in Iceland*. The Arctic Biodiversity Congress: 9-12. Oct, Rovaniemi, Finland.
- 2018b. Annette L. Fayet, Gemma Clucas, Tycho Anker-Nilssen, Erpur S. Hansen. *Linking foraging ecology and population declines in Atlantic puffins*. British Ecological Society annual meeting 16-19. Dec. Birmingham.
- 2017a. Erpur S. Hansen. *Changes in Atlantic puffin productivity and harvest in Iceland*. Cross-disciplinary workshop on drivers of decline in Atlantic puffins and other species with related feeding ecology in the North Atlantic. Askja. 22-23. Mars. Fuglavernd, RSPB, Birdlife international.
- 2017b. Erpur S. Hansen. *Changes in Atlantic Puffin productivity in Iceland*. Puffin symposium - Waterbird conference. Askja Reykjavík 8-11. ágúst.
- 2017c. Fayet, Annette L., Freeman, Robin, Anker-Nilssen, Tycho, Diamond, Antony, Erikstad, Kjell E., Fifield, Dave, Fitzsimmons, Michelle G, Hansen, Erpur S., Harris, Mike P., Jessopp, Mark, Kouwenberg, Amy-Lee, Kress, Steve, Mowat, Stephen, Perrins, Chris M., Petersen, Ævar, Petersen, Ib K., Þórarinsson, Tone K., Robertson, Gregory J., Sigurðsson, Ingvar A., Shoji, Akiko, Wanless, Sarah & Guilford, Tim. *Drivers of Atlantic puffins' migratory strategies across their breeding range, and implications for colony productivity*. Veggspjald Waterbird conference. Askja Reykjavík 8-11. ágúst. & á Ráðstefnu Líffræðifélags Íslands í Öskju 26-28. Okt.
- 2017d. Erpur S. Hansen. *Lundi - algengasti fugl landsins á válista*. Veitir válisti vernd? Málþing um íslenska fuglaválistann. 22. September Askja, Reykjavík. Fuglavernd og Náttúrufræðistofnun Íslands. [https://www.youtube.com/watch?v=d\\_ppl8lIUd4](https://www.youtube.com/watch?v=d_ppl8lIUd4)

## 6. ERLENT SAMSTARF

1. Náttúrustofa Suðurlands hefur verið þátttakandi í alþjóðlega samstarfsverkefninu SEATRACK um kortlagningu vetrarstöðva sjófugla síðan 2014. Niðurstöður má skoða í gagnvirkri kortavefsjá fyrir 11 tegundir sjófugla: <http://www.seapop.no/en/seatrack/> [6].

2. Safnað hefur verið lífsýnum úr endurheimtum lundum með dægurríta til greininga á kvikasilfri og lífrænum eiturefnum o.fl. í tengdu samstarfsverkefni ARCTOX undir stjórn Jerome Fort. <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. Alþjóðlegur hópur sérfræðinga vinnur að rannsókn á sambandi lundaveiði við sjávaryfirborðshita – CLIMSTAT [2].

4. Undirritaður var samstarfssamningur 5. maí 2018 við Szczecin háskóla í Póllandi um erfðarannsóknir á lunda, bæði á fæðu með DNA barcoding á saur sem og stofngerð lunda við Ísland.

5. Hafið var alþjóðlegt samstarf árið 2018 um heildarraðgreiningu erfðamengis lunda frá nokkrum byggðum í Atlantshafi undir stjórn Sanne Boessenkool við Óslóarháskóla í Noregi. 40 Íslenskir fuglar verða raðgreindir samtals frá Eyjum, Breiðafirði, Grímsey og Papey.

6. Tekið var þátt í samanburðarrannsókn á fæðuöflunarháttum lundaforeldra með GPS og DNA fæðugreiningum á bæði fæðu foreldra og unga í fjórum byggðum: Skomer í Wales, Heryken í Lofoten í Noregi, í Grímsey og Heimaey í júlí 2018, í samstarfi við Annette Fayet við Oxford háskóla o.fl.

7. Þrír meistaranemar nota gögn úr lundavöktuninni að töluverðu leiti í sínum ritgerðum: Hanna Hongisto háskólanum í Turku, Finlandi; Raul Zabala Belenguer Memorial háskóla, St. Johns, Nýfundnalandi; Sarah Giltz Háskólasetri Vestfjarða.

8. Safnað var 20 saursýnum 2018 og 2019 í öllum rannsóknabyggðum sem framlag í alþjóðlegu rannsóknaverkefni um örveruþarmaflóru (E: microbiome) lunda undir stjórn Gary King við fylkisháskólann í Louisiana, Baton Rouge BNA.

## 7. ÞAKKIR

Frá upphafi hafa fjölmargir aðstoðað við stofnvöktun lundans á ýmsa vegur og hljóta verðskuldaðar þakkir fyrir! Ingvar A. Sigurðsson lét af störfum 2018 og hlýtur sérstakar þakkir fyrir langt og gott samstarf en hann hefur verið þátttakandi frá upphafi vöktunarinnar 2010. Sjálfboðaliðar síðustu þrjú ár voru Broddi R. Hansen, Eldur A. Hansen, Charly Souc, Cornelius Schlawe, Fenna Meulemans, Karen L. Velaz, Peter Hoyer, Susan Schubel, og Úlfur A. Hansen. Vigfús Svavarsson hélt tækjabúnaði okkar og þar með rannsóknunum gangandi, oft á ögurstundum. Morten Frederiksen gaf góðfúslega afrit af R forriti stofnlíkans. Ólafur K. Nielsen aðstoðaði við athuganir á krufningaskýrslum á NÍ. Fá þau öll ómældar þakkir fyrir. Veiðikortasjóður, Rannsóknasjóður og Minningarsjóður Pálma Jónssonar styrktu rannsóknirnar og gerðu vöktunina að raunveruleika.



© Ingvar Atli Sigurðsson

## 8. HEIMILDIR

1. Árnason, Á., *Eyjar og úteyjalíf. Úrval verka Árna Árnasonar símritara frá Grund*, ed. E.S. Hansen, et al. 2012, Vestmannaeyjar: Sögufélag Vestmannaeyja. 476.
2. Hansen, E.S., et al., *Centennial relationships between ocean temperature and Atlantic puffin production*. MS.
3. Hansen, E.S., *Stofnvöktun lunda 2018. Framvinduskýrsla til Umhverfisstofnunar*. 2018, Náttúrustofa Suðurlands. p. 29.
4. Hansen, E.S., *Stofnvöktun lunda 2017. Áfangaskýrsla til Umhverfisstofnunar*. 2017, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 15.
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](http://www.nattsud.is/skrar/file/170915_puffin_report_2014.pdf). 2015, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 45.
6. 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.
7. 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](http://www.nattsud.is/skrar/file/puffin_report_2012.pdf). 2012, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 34.
8. 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.
9. Petersen, Æ., *Size variables in Puffins *Fratercula arctica* from Iceland, and bill features as criteria of age*. *Ornis Scandinavica*, 1976. **7**: p. 185-192.
10. 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: Reykjavik. p. 75.
11. Williams, B.K., J.D. Nichols, and M.J. Conroy, *Analysis and management of animal populations*. 2002, London: Academic Press. 817.
12. Harris, M.P. and S. Wanless, *The Puffin*. 2011, Calton, England: T & A D Poyser. 256.
13. Lebreton, J.-D., *Dynamical and statistical models for exploited populations*. *Aust. N. Z. J. Stat.*, 2005. **47**(1): p. 49-63.
14. Ásgeirsson, Á., *Varpvistfræði lunda á Breiðafirði*, in *Líf og umhverfsvísindadeild, Verkfræði og náttúrucísindasvið*. 2010, Háskóli Íslands: Reykjavík, Ísland. p. 26.
15. Hansen, E.S., M. Sigursteinsson, and A. Garðarsson, *Lundatal Vestmannaeyja*. Bliki, 2011. **31**: p. 15-24.
16. Hobson, K.A. and R.A. Clark, *Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of <sup>13</sup>C 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. 1-8.

21. Garðarsson, A., et al., *Starfshópur umhverfisráðherra um verndun og endurreisn svartfuglastofna. Greinargerð og tillögur starfshópsins.* [http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF\\_skrar/Tilloqur-svartfuglahops-2011.pdf](http://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/Tilloqur-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](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**.