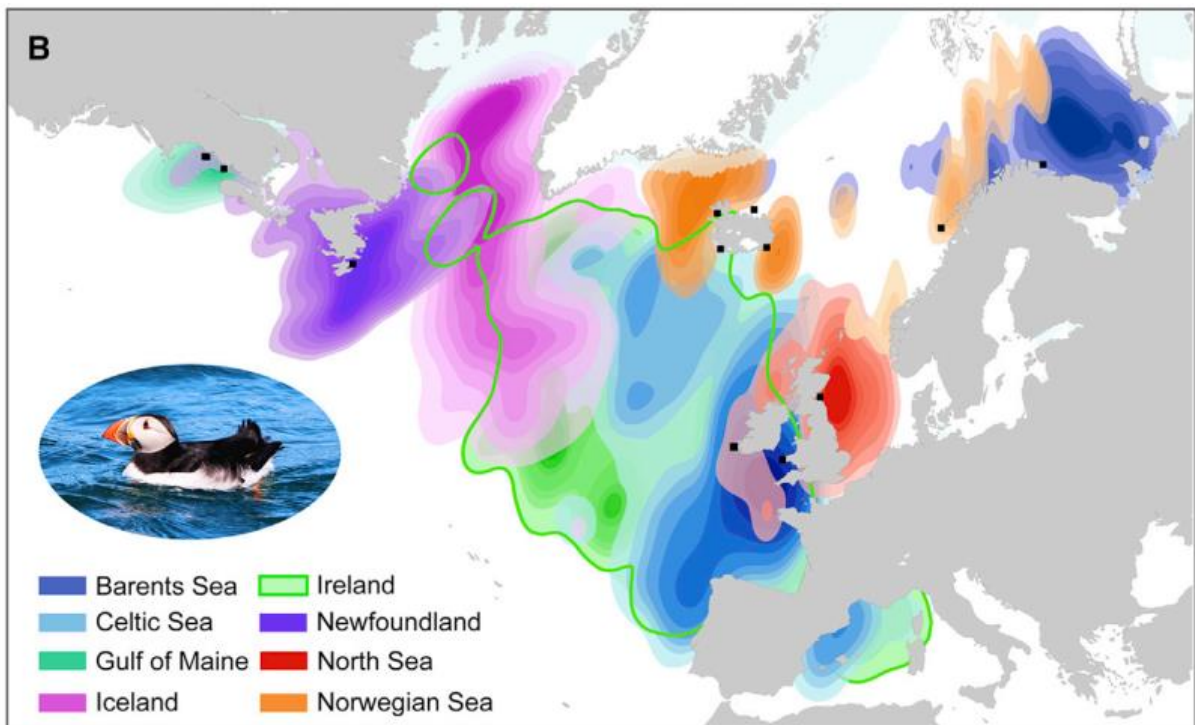


STOFNVÖKTUN LUNDA 2017

Áfangaskýrsla til Umhverfisstofnunar
Vestmannaeyjar 13. Desember 2017

Erpur Snær Hansen
Náttúrustofa Suðurlands
Netfang: erpur@nattsud.is

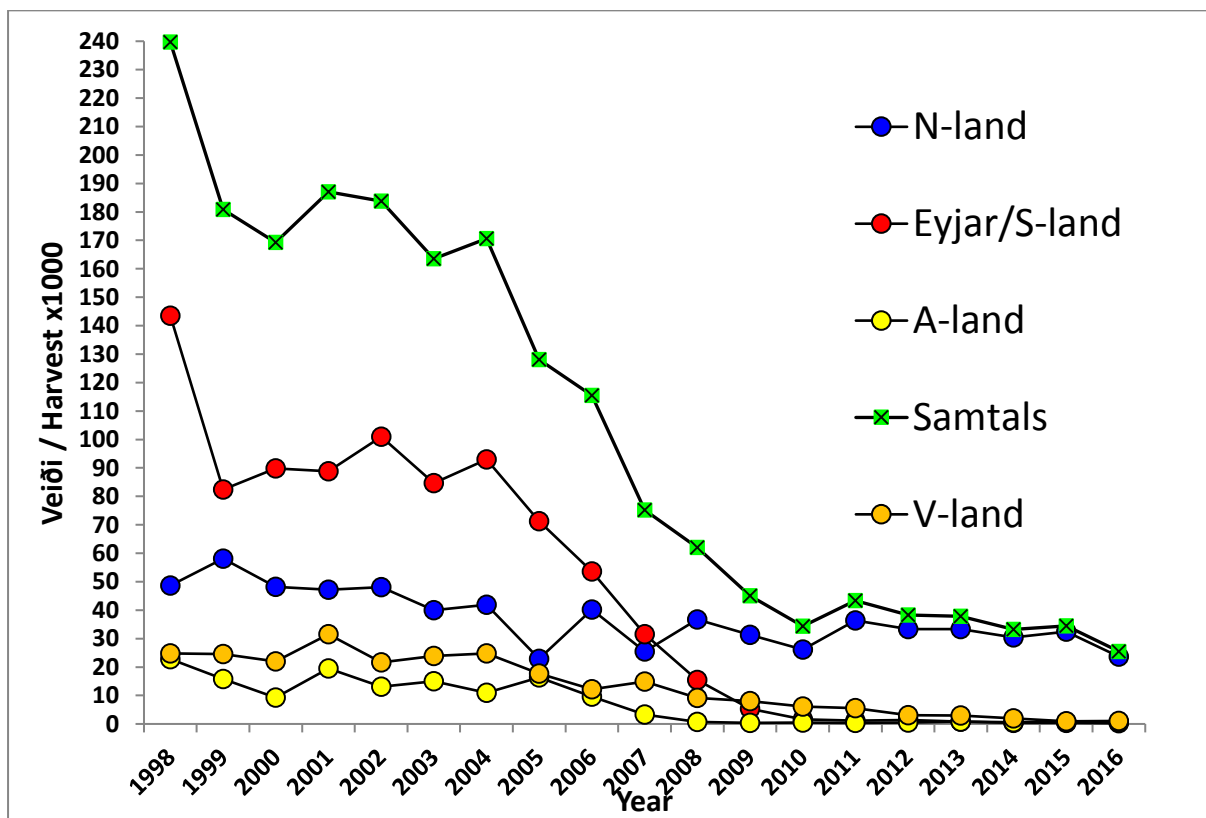


1. Mynd. Niðurstöður kortlagningar vetrarstöðva lunda með dægurrítum [1]. Svartir ferningar sýna byggðir þar sem dægurrítar voru settir á. Græna útlínan sýnir útbreiðslumörk Írskra lunda. Ljósblá svæði sýna meðal útbreiðslu hafíss.

1. INNGANGUR

Náttúrustofa Suðurlands veitir stjórnvöldum og landeigendum veiðiráðgjöf sem er grundvölluð á stofnvöktun lunda. Tilgangur vöktunarinnar er að lýsa ástandi Íslenska lundastofnsins og hvaða þættir stjórna stofnbreytingum. Í þessari skýrslu er tekin saman fyrirliggjandi árangur vöktunar til og með árinu 2017. Skýrslan er skrifuð til að uppfylla samning við Umhverfisstofnun og Náttúrustofu Suðurlands frá 5. júlí 2017 um fjármögnun stofnvöktunar lunda.

Lundi er algengastur og mest veiddur íslenskra fugla þótt verulega hafi dregið úr veiðum undanfarinn áratug allstaðar utan Norðurlands (2. Mynd). Næstum allur lundi er nú veiddur í háf á varptíma og varð háfaveiði ríkjandi veiðiaðferð í Vestmannaeyjum um 1880 [2]. Þar hefur veiðimagn verið tengt sjávarhita frá 1880 [3]. Skiptast á hlý- og köld tímabil sem vara í um 35 ár, og hefur veiði hnignað á hlýskeiðunum en aukist á kaldskeiðum [3], auk þess hafa hafiskomur haft sterkar neikvæðar en skammvinnar afleiðingar. Flestar sjófuglategundir hérlendis éta mest sandsíli og loðnu á varptíma og lundinn þeirra á meðal [4]. Viðkomubrestur hefur ríkt hjá íslenska lundastofninum frá árinu 2003 þegar síla og loðnustofnarnir brugðust [1, 2]. Á þetta einnig við um flestar Íslenskar sjófuglategundir sem hefur einnig fækkað [5, 6]. Sjálfbær nýting dýrastofna felur í sér að veiða aðeins hluta þeirrar framleiðslu stofnsins sem er umfram sjálfsviðhald sbr. 7. gr. laga nr. 64/1994. Þegar fækkar í stofnum langlífra tegunda eins og sjófugla þá auka veiðar afföll enn frekar og veiðar því ósjálfbærar [7], og full ástæða til að meta hvort veiðar séu sjálfbærar meðan þetta ástand varir [6, 8].



2. Mynd. Lundaveiði eftir landshlutum samkvæmt uppgefnum veiðitölum til Umhverfisstofnunar www.UST.is (suðurland eftir 2010) og veiðidagbókum Bjargveiðifélaga Vestmanneyja 1998-2010 fyrir „suðurland“. Veiðitölur utan Eyja árið 2003 metnar sem meðaltöl árána 2001-2002 og 2004-2005. Landshlutar markast af Reykjanestá, Bjargtöngum, Glettinganesi og Eystra Horni.

2. VÖKTUN LUNDASTOFNSINS: MEGINVERKEFNI 2017

Vöktun á lundastofninum hefur sex meginmarkmið til mælinga: (1) viðkoma og aldursdreifing kynþroska, (2) fæðusamsetning, (3) líftölur, (4) aldurshlutföll í veiði, (5) könnun vetrarútbreiðslu, og (6) heildarstofnstærðarmat. Viðkoma, líftölur og kynþroskaaldur eru notuð til að meta stofnþróun í Leslie stofnlíkani. Gagnasöfnun árið 2017 var í höndum Erps S. Hansen verkefnisstjóra og Ingvars A. Sigurðssonar auk fjögurra sjálfboðaliða. Hér að neðan er taldur upp verkþættir verkefnisins, þeim lýst stuttlega og niðurstöður teknar saman eftir föngum. Öll gögn sem hefur verið safnað í stofnvöktun lunda eru varðveitt á Náttúrustofu Suðurlands og mest af þeim aðgengilegt á vef stofunnar: www.nattsud.is [3, 9-11].

2.1 Vöktun viðkomu

Tólf lundavörp umhverfis landið eru heimsótt tvisvar sinnum yfir varptímann, í júní og júlí. Sömu varpholurnar í hverju varpi eru skoðaðar með innrauðum myndavélum 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 hefur verið reiknaður með því að mæla daglega líftölu fyrir hverja byggð milli heimsókna okkar og hún látin gilda yfir allan varptímann sem í hefðbundnu árferði er 84 dagar [12, 13]. Þessi aðferð byggir á þeirri forsendu að afföll séu línuleg í tíma. Afföll eggja og pysja eru hinsvegar mest í lok álegu eggja og snemma á ungatímanum. Varpárangur og viðkoma allra athugana frá upphafi mælinga voru því endurreiknuð þannig að gert var ráð fyrir að afkæmi á lífi í lok júlí myndu verða fleyg. Fyrri aðferðin ofmetur afföll þegar þau eru ólínuleg í tíma (lækkar varpárangur), seinni aðferðin ofmetur varpárangur sem nemur þeim afföllum sem verða eftir lok júlí en þessi mæliskekkja er mun minni en með fyrri aðferðinni. Hér eru tekin er saman viðkoma, varpárangur og ábúð auk línulegrar leitni þessara tímaraða fyrir hverja rannsóknabyggð innan landsfjórðunga sem markast af Reykjanestá, Bjargtöngum, Glettinganesi og Eystra Horni. Vorið 2017 var varptími reiknaður fyrir allar byggðir frá upphafi með því að nota tímasetningu heimsókna og hlutfall klakinna eggja í samanburði við þekkta tímadreifingu klaks í Vestmannaeyjum. Byggt á þessum niðurstöðum var ákveðið að fara júní leiðangurinn 2017 um 10 dögum fyrr en áður og breyta heimsóknaröð byggða svo tímasetning varptíma væri sem sambærilegust. Akurey er nú skoðuð fyrst (var síðust) þar sem varp þar er fyrr en í Vestmanneyjum og Dyrhólaey sem eru nú skoðuð síðast. Með þessu eru byggðir heimsóttar á svipuðum tíma og hreiðurdögum milli heimsókna fjölgað verulega, sem eykur líkur á að nema afföll.

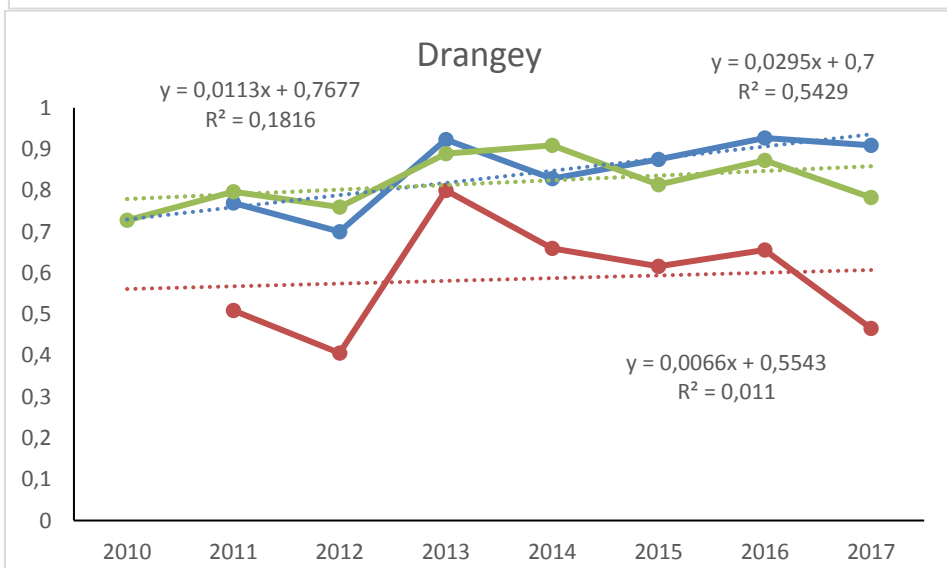
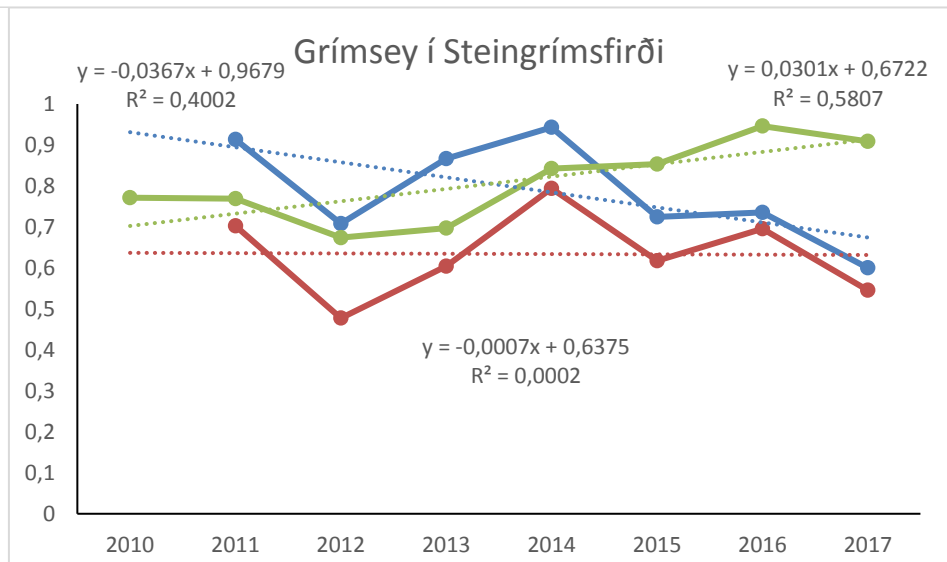
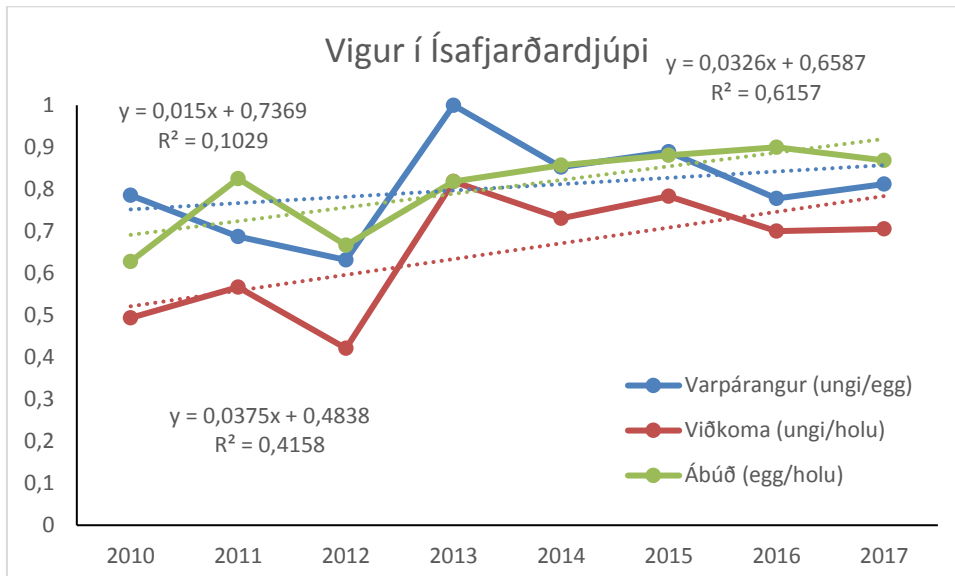
Tafla 1. Meðal varpárangur (fleygar pysjur/egg), meðalábúð (egg/holu), meðalviðkoma (fleygar pysjur/holu) auk staðalfrávik (SD) Norðurlands, Vesturlands, og Austurlands árin 2010-2017, en „Suðurland“ inniheldur niðurstöður frá Vestmanneyjum árin 2007-2017.

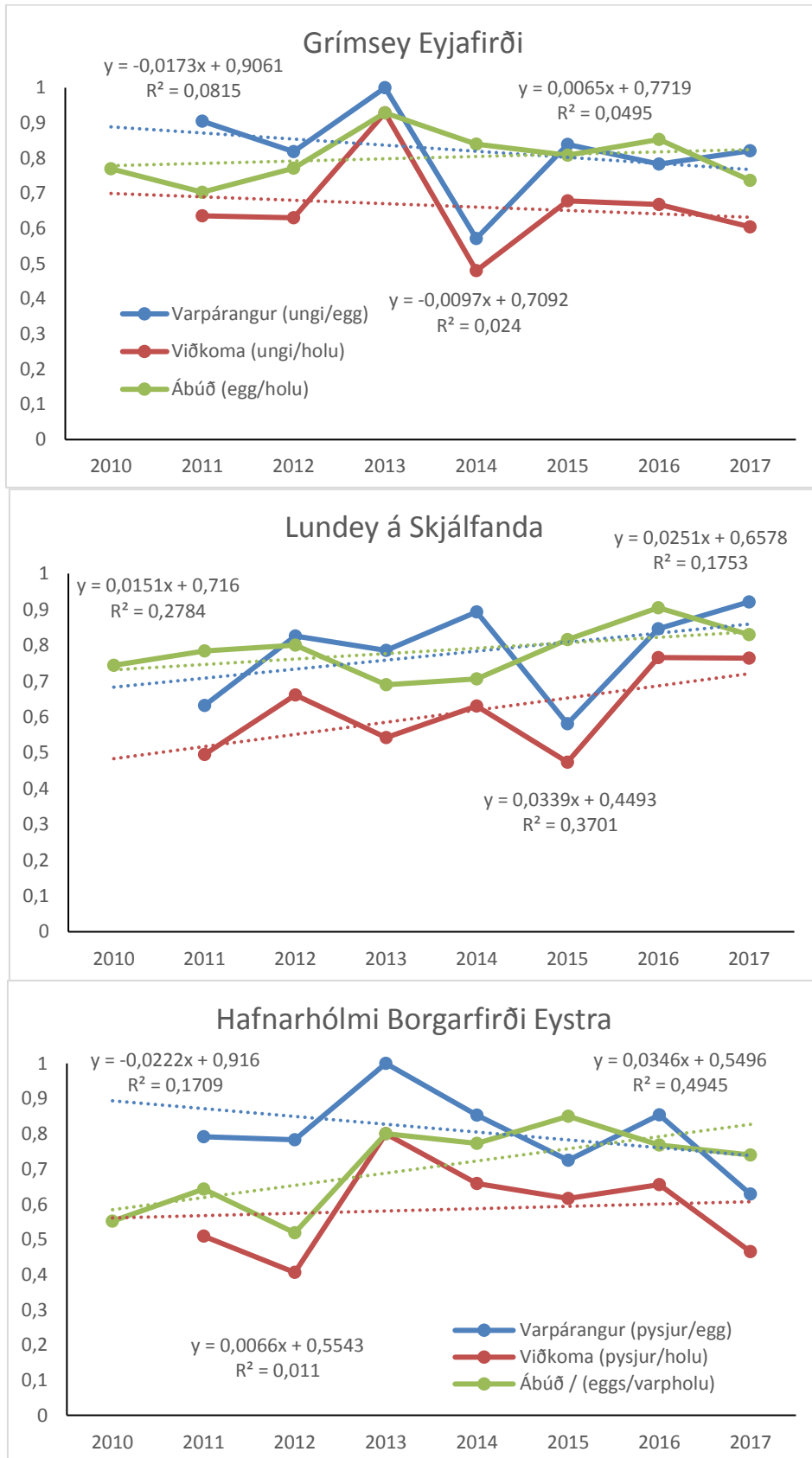
| Svæði | Varpárangur | SD | Ábúð | SD | Viðkoma | SD |
|-------|-------------|-------|-------|-------|---------|-------|
| N | 0,807 | 0,113 | 0,787 | 0,093 | 0,644 | 0,123 |
| V | 0,483 | 0,362 | 0,542 | 0,256 | 0,347 | 0,283 |
| A | 0,521 | 0,345 | 0,749 | 0,125 | 0,408 | 0,292 |
| S | 0,229 | 0,219 | 0,545 | 0,158 | 0,132 | 0,125 |

2.1.1 Vöktun á Norðurlandi

Sex rannsóknabyggðir eru á norðurlandi: Vigur, Grímsey á Steingrímsfirði, Drangey, Grímsey við Eyjafjörð, Lundey á Skjálfanda og Hafnarhólmi í Borgarfirði Eystra. Hafnarhólmi er hér settur innan „Norðurlands“ enda stofnbreytingar og fæða áþekkari og í vörpum þar fremur en í Papey. Vigur í Ísafjarðardjúpi er samstíga vörpum Norðanlands en ekki vestanlands. Veitt er í öllum byggðunum norðanlands nema Hafnarhólma. Frá 2010 hefur viðkoma hefur mælst hæst Norðanlands meðal allra landshluta og verið stöðug í fjórum byggðum en aukist í tveimur byggðum (Vigur og Lundey, 1. Tafla, 3. mynd). Ábúð hefur aukist árlega í öllum byggðum, en mjög mismikið eða frá 0,0065 egg/holu

(Grímsey Eyjafirði) til 0,0346 egg/holu (Hafnarhólmi). Varpárangur hefur aukist árlega milli 0,0150-0,0295 fleygir ungar/egg í þrem byggðum (Vigur, Drangey og Lunde) en hefur minnkað -0,0173-0,0367 fleygir ungar/egg í báðum Grímseyjunum og Hafnarhólma.

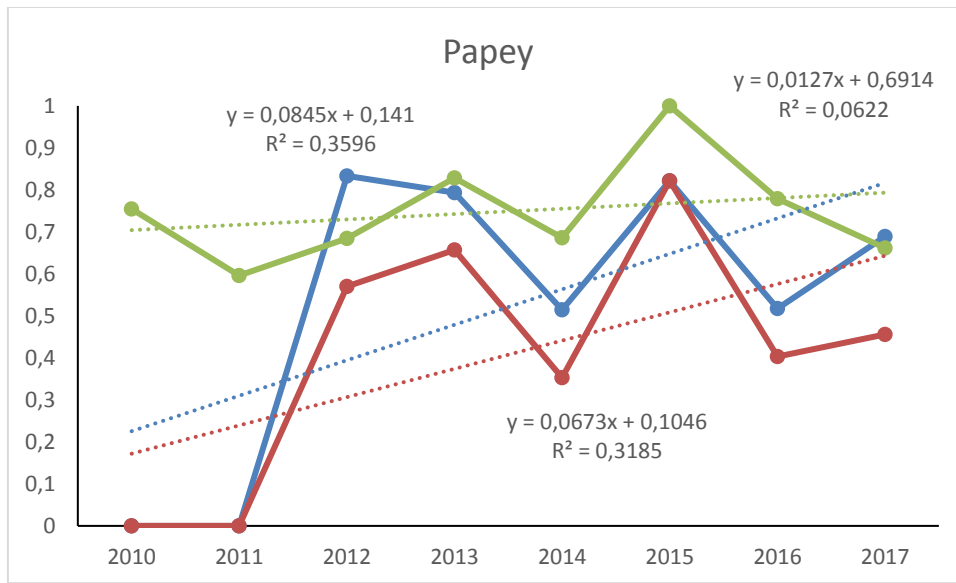




3. Mynd. Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í sex rannsóknabyggðum á Norðurlandi.

2.1.2 Vöktun á Austurlandi

Papey er ein rannsóknarbyggða á Austurlandi, en fæðusamsetning og viðkomumynstur lunda í Hafnarhólma í Borgarfirði Eystra er mun líkari á því sem gerist á Norðurlandi fremur en í Papey og er Hafnahólmi flokkaður með Norðurlandi. Veiðum var að mestu hætt fyrir 2010 í Papey. Árleg aukning viðkomu er talsverð (0,0692 fleygir ungar/holu) sem skýrist að mestu með verulegri aukningu varpárangurs (0,0845 fleygir ungar/egg) sem aftur skýrist með því að varpárangur og viðkoma voru enginn árin 2010 og 2011 (4. mynd). Að þessum tveim árum slepptum hefur bæði árleg viðkoma (-0,0247 fleygir ungar/holu) og varpárangur (-0,0355 fleygir ungar/holu) lækkað talsvert. Ábúð hefur aukist árlega um 0,0127 egg/holu frá 2010.



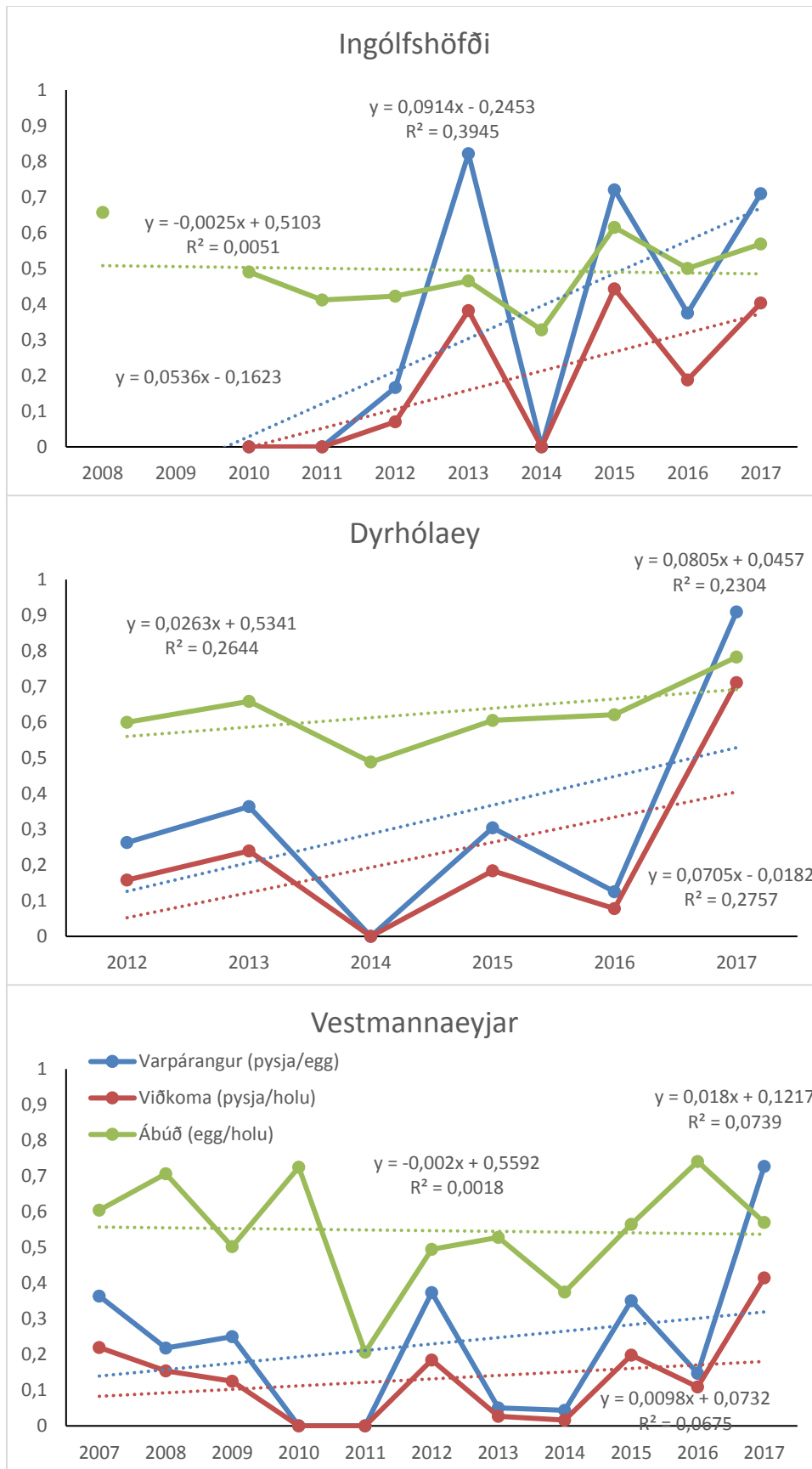
4. Mynd. Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í Papey, rannsóknarbyggð Austurlands.

2.1.3 Vöktun á Suðurlandi

Þrjár rannsóknarbyggðir eru á Suðurlandi: Ingólfshöfði, Dyrhólaey og Vestmannaeyjar. Fyrirnefndu tvö svæðin eru lítil vörp og bæði friðlönd. Vestmannaeyjar eru höfuðstöðvar lunda á Íslandi og stærsta einstaka varpheið lunda í veröldinni. Veiðitími í Eyjum hefur verið takmarkaður frá 2008. Í Vestmanneyjum hefur meðalviðkoma (0,132) og meðalvarpárangur (0,229) mælst lægst á Íslandi og langt undir þeim mörkum sem þarf til viðhalds stofnsins (1. tafla). Lítilleg árleg hækkun viðkomu (0,0098) og varpárangurs (0,0180) grundvallast á árinu 2017, en að því frátöldu hafa bæði viðkoma (-0,0423) og varpárangur (-0,0059) lækkað árlega tímabilið 2007-2016 (5. Mynd). Meðalábúð (0,545) er eins og meðalábúð á vesturlandi (0,542) sem er um 30% lægri en meðaltöl bæði norðan- og austanlands. Ábúð hefur verið breytileg og náði lágmarki (0,207 egg/holu) árið 2011 og hámarki (0,741 egg/holu) árið 2016 en lítil árleg leitni hefur verið yfir allt tímabilið 2007-2017 (-0,002 egg/holu).

Í Ingólfshöfða hefur viðkoma aukist árlega (0,0536 fleygir ungar/holu) og endurspeglar mest miklar sveiflur í varpárangri, árin 2010-11 og 2014 varð alger viðkomubrestur, en árin 2013, 2015 og 2017 var varpárangur góður (0,71-0,82 fleygir ungar/egg). Ábúð hefur lækkað úr 0,657 árið 2008, fór lægst 0,328 árið 2014 og hefur farið hækkandi síðan og var 0,57 í ár (2017). Lundavörpin í Ingólfshöfða hafa mjög mismunandi varptíma og er fyrsta varp í brúnum við vitann mjög snemma á ferðinni samanborið við Votaberg þar sem rannsóknaholurnar okkar eru staðsettar. Fæða þar hefur verið mjög fjölbreytt seinni ár. Við Ingólfshöfða voru fyrir árið 2005 mikil sílamið sem og við Dyrhólaey.

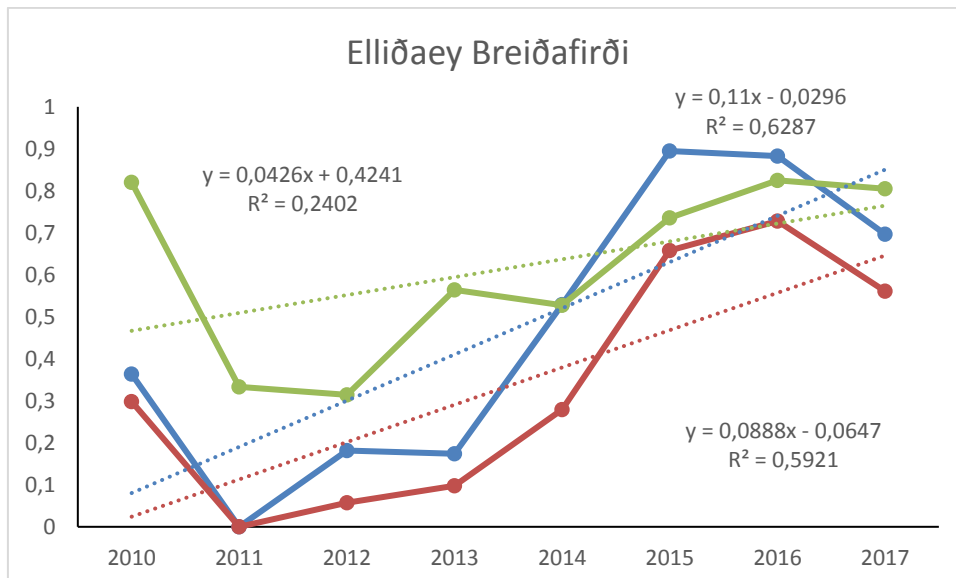
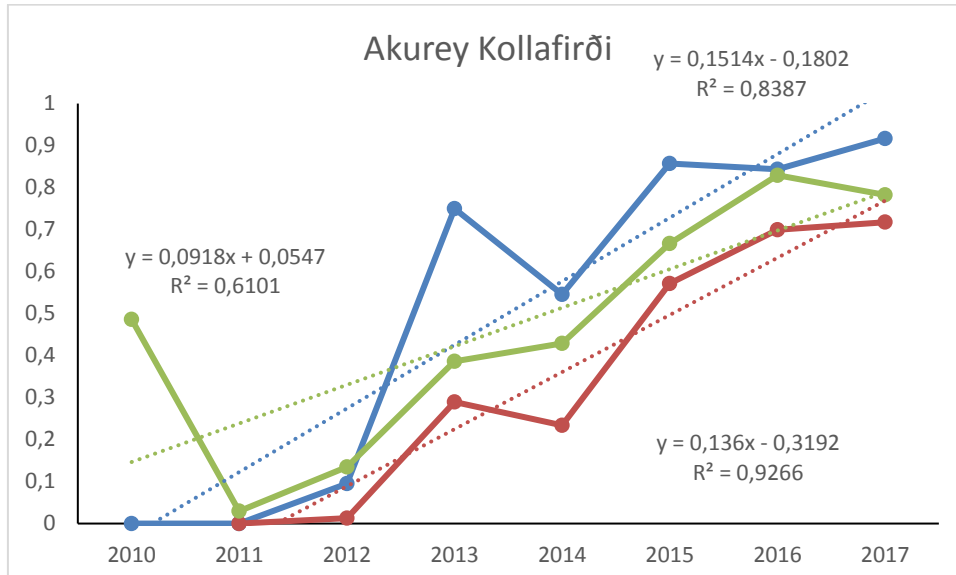
Í Dyrhólaey hefur ábúð aukist (0,0263), en að góðærinu 2017 frátöldu hefur viðkoma verið lág og farið lækandi (-0,0336) og endurspeglar lágan og lækandi varpárangur (-0,0216). Fáir sílaberar hafa sést þar seinni ár.



5. Mynd. Viðkoma (fleygar pysjur/varpholu, rauð lína), varpárangur (fleygar pysjur/egg, blá lína) og ábúð (egg/varpholu, græn lína) í þrem rannsóknabyggðum á Suðurlandi.

2.1.4 Vöktun á Vesturlandi

Tvær rannsóknarbyggðir eru á Vesturlandi: Akurey á Kollafirði í Faxaflóa og Elliðaey á Breiðafirði. Þróun í báðum flóunum er nokkuð svipuð og hefur viðkoma, varpárangur og ábúð aukist stöðugt frá 2010/11 þegar varp misfórst algerlega. Í Akurey hefur viðkoma aukist árlega um 0,136 og 0,089 (fleygir ungar/holu) í Elliðaey. Í báðum eyjunum felst þessi viðkomuaukning í 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 Vesturlandi.

2.2 Vöktun fæðu

Í júlí eru varpfuglar með fæðu í gogg ljósmyndaðir og fæða greind af myndum síðar. Myndatakan gefur fæðusamsetningu sem og mat á fæðuframboði sem er metið með fjölda fæðubera sem næst að ljósmynda í hverri heimsókn. Lokið er við val og stækkun mynda frá 2015 og fæðugreiningar ráðgerðar í vor. Svipað heildarmynstur sást 2016 og undanfarin ár þ.e. síli norðanlands, loðnuseiði austanlands en helstu munar 2017 að þá sást talsverður aukning í sílaburði í Breiðafirði og Faxaflóa. Rauða Sævesla var áberandi í Eyjum líkt og 2007, 2012 og 2016 en lítið um síli.

Einnig hafa verið tekin lífsýni 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 (mars 2017). Styrkmælingum er lokið utan sýnanna frá dýrafræðisafninu í Danmörku, sem eru fyrirhugaðar í vor, en þær segja m.a. til um af hvaða fæðuþrepi fæða er étin á mismunandi árstímum [14, 15]. Helstu fyrirbyggjandi niðurstöður eru að lundar eru á sama fæðuþrepi að vetri óháð í hvaða landshluta þeir verpa. Á varptíma eru lundar í Eyjum hlutfallslega á lægra fæðuþrepi en norðanlands. Þessi mynstur hafa haldist áþekkt að minnsta kosti síðastliðin 60 ár [3].

2.3 Vöktun líftala

Mæling líftölu fullvaxinna fugla er gerð með Cormack-Jolly-Seber aðferð sem byggir á árlegri skimun og aflestri á litmerktum fuglum [16]. Sumarið 2015 var gert merkingaátak og 189 varpfuglar litmerktir í Litlu Rauf í Stórhöfða á Heimaey, en 34 varpfuglar voru litmerktir þar árið 2014 og 31 árið 2008, en markmiðið er að litmerkja um 30 fugla árlega til að viðhalda fjölda merktra fugla í kringum 300 og 31 fugl merktur 2017. Lesið var af 17 fuglum árið 2016 og 26 árið 2017 og hefur samtals verið lesið af 46 litmerkum fuglum af 284 fuglum sem hafa verið litmerktir. Hér er kynnt fyrsta mat á líftölu fullvaxinna fugla sem byggir á þessum gögnum (Tafla 2). Eitt módel var langbest af sex módelum sem voru athuguð í forritinu MARK: „ $\varphi(\cdot) p(t)$ Fix“ þar sem líftala (φ) er fasti milli ára en „endurheimtulíkur“ (p) eru breytilegar eftir árum. Sömuleiðis voru endurheimtulíkur árin 2010-12 og 2014 -15 festar sem núll („Fix“) þar sem engin skimun eftir fuglum átti sér stað þessi ár. Í „No Fix“ módelunum voru endurheimtulíkur engra ára fest sem núll.

Tafla 2. Samanburður sex tilgáta um hvort líftölur (φ) og endurheimtulíkur (p) séu háðar (t) eða óháðar (\cdot) í tíma.

| Model | AICc | ΔAICc | AICc Weights | Model Likelihood | Num. Param. | Deviance |
|------------------------------|----------|---------------------|--------------|------------------|-------------|----------|
| $\varphi(\cdot) p(t)$ Fix | 346.0539 | 0.0000 | 0.98591 | 1.00000 | 5 | 14.2330 |
| $\varphi(t) p(t)$ Fix | 355.4163 | 9.3624 | 0.00914 | 0.00930 | 12 | 8.6201 |
| $\varphi(\cdot) p(t)$ No Fix | 356.6689 | 10.6150 | 0.00488 | 0.00490 | 10 | 14.2330 |
| $\varphi(t) p(t)$ No Fix | 366.6163 | 20.5624 | 0.00003 | 0.00000 | 17 | 8.6201 |
| $\varphi(\cdot) p(\cdot)$ | 375.2190 | 29.1651 | 0.00000 | 0.00000 | 2 | 49.5784 |
| $\varphi(t) p(\cdot)$ | 381.2698 | 35.2159 | 0.00000 | 0.00000 | 10 | 38.8340 |

Samkvæmt $\varphi(\cdot) p(t)$ Fix módelinu er náttúruleg árleg líftala varpfugla 0,9485 (0,06505 S.E., 95% öryggismörk: 0,5749-0,9960). Þessi líftala er mun hærrí en 0,90 sem miðað hefur verið við hérlendis en innan þeirra marka sem þekkt eru [17]. Rétt er að benda á að nákvæmni matsins er lágt sem sést á viðum öryggismörkum. Aukin gögn munu gera þetta mat nákvæmara. Endurheimtulíkur eru lágar og breytilegar, verulega aukin skimun er fyrirhuguð. Endurreikningur stofnlíkans er hafin með þessari líftölu ásamt endurskoðun allra grunngilda og metla líkansins til að auka raunsæi og nákvæmni þess.

Merkta voru 1573 bæjarpysjur sem komið var með til Fiskasafns Vestmannaeyja 2017. Merktar voru 688 pysjur árið 2015 og 549 árið 2016.

2.4 Aldurssamsetning veiði

617 fuglar í afla veiðimanna voru ljósmyndaðir í Grímsey og Vigur og aldursgreindir með því að telja grópir í goggi fuglanna af myndum [18]. Samanburður hlutfalls tveggja og þriggja ára fugla af heildarveiði við merkingagögn frá Vestmannaeyjum árin 1961-1982 [19] sýnir að en í Eyjum hefur verið að jafnaði til helminga tveggja og þriggja ára fuglar annarsveggar og fjögurra ára og eldri hinsveggar (tafla 3). 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. Fyrirhugað er að nota aldurshlutföll í veiði til að reikna aldursbundið veiðiálag frá 1998 fyrir allt landið.

2.5 Lundatal Íslands

Vinna við lundatal hefur staðið yfir um árabíl en upphafsmaður 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 talin sem ein byggð eða heild. Þótt smábyggðir (nokkur 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 og í samstarfi við Náttúrufraeðistofnun Íslands. 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>

2.6 Könnun vetrarstöðva

Starfsfólk Náttúrustofu Suðurlands hefur sett árlega dægurrita á lunda síðan 2013 í fjórum byggðum (Grímsey, Papey, Heimaey og Hafnarhólma í Borgarfirði Eystra) samtals 210 tæki. Frá 2014 hefur þetta verkefni verið innan vébanda alþjóðlegs samstarfs í SEATRACK verkefninu sem Norðmenn fjármagna og stjórna. Dægurritar 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 81 dægurritar verið endurheimtir og þar af 27 tæki 2017, þar með talin 12 frá 2016 í Grímsey, í Papey endurheimtust 10 frá 2016, 3 frá 2015 og 2 frá 2014. Tæki sem nást 2-3 árum eftir ásetningu hafa 2x-3x meira gagnamagn. Ákveðið hefur verið að setja tæki á fugla 2018, en þeir fuglar verða endurheimtir til 2020. Annette Fayet notaði okkar gögn og annarra í alþjóðlegu samstarfi sem hefur verið kynnt á ráðstefnum erlendis og héraendis (1. Mynd). 30. Nóvember 2017 kom út ritrýnd tímaritsgrein um niðurstöður þessara rannsókna:

2017. Annette L Fayet, Robin Freeman, Tycho Anker-Nilssen, Antony Diamond, Kjell E Erikstad, Dave Fifield, Michelle G Fitzsimmons, Erpur S Hansen, Mike P Harris, Mark Jessopp, Amy-Lee Kouwenberg, Steve Kress, Stephen Mowat, Chris M Perrins, Aevan Petersen, Ib K Petersen, Tone K Reiertsen, Gregory J Robertson, Ingvar A Sigurðsson, Akiko Shoji, Sarah Wanless & Tim Guilford. Ocean-wide drivers of migration strategies and their influence on population breeding performance in an endangered seabird. *Current Biology* **27** (22).

Tafla 3. Aldurssamsetning lundaveiði í háf. 617 lundar voru ljósmyndaðir og aldursgreindir árið 2017 (Vigur og Grímsey) en samtals 19.588 fuglar síðan 2007. Flokkað var eftir nefskorufjölda en ≥ 2 nefskoru flokkarnir eru nefndir hér „4+“ ára, Til samanburðar hafa eru meðalaldurshlutföll 22 árganga (1961-1982) fugla af þekktum aldri (merktar sem pysjur) í veiði þar sem hver árgangur hefur verið veiddur í að minnsta kosti 25 ár.

| Staður | Ár | 2 ára | | 3 ára | | 4+ ára | | Samtals |
|-------------------|------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | % | n | % | n | % | n | |
| Eyjar [20] | 1961-1982 | 18,7 | 810 | 33,2 | 1443 | 48,1 | 2087 | 4340 |
| Eyjar [21] | 1996 | 22,0 | 161 | 38,7 | 283 | 39,0 | 286 | 733 |
| Eyjar | 1999 | 14,8 | 71 | 49,8 | 188 | 45,9 | 220 | 479 |
| Eyjar | 2007 | 1,2 | 43 | 44,8 | 1564 | 54,0 | 1886 | 3493 |
| Eyjar | 2008 | 0,9 | 57 | 4,6 | 301 | 94,5 | 6152 | 6510 |
| Eyjar | 2009 | 0,6 | 16 | 6,1 | 161 | 92,7 | 2438 | 2629 |
| Eyjar | 2010 | 0 | 0 | 33,9 | 20 | 66,1 | 39 | 59 |
| Eyjar | 2011 | 4,4 | 4 | 27,8 | 25 | 67,8 | 61 | 90 |
| Eyjar | 2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 323 | 323 |
| Eyjar | 2014 | 1,2 | 1 | 0 | 0 | 95,2 | 20 | 21 |
| Eyjar | 2015 | 0,4 | 1 | 60,0 | 165 | 40,4 | 111 | 275 |
| Eyjar | 2016 | 30 | 3 | 20 | 2 | 50 | 5 | 10 |
| Norðurland | 2008 | 15,7 | 39 | 26,5 | 66 | 57,8 | 144 | 249 |
| Norðurland | 2010 | 24,0 | 30 | 40,8 | 51 | 35,2 | 44 | 125 |
| Norðurland | 2011 | 3,7 | 44 | 28,8 | 340 | 67,3 | 795 | 1179 |
| Norðurland | 2012 | 18,6 | 168 | 32,9 | 298 | 48,5 | 439 | 905 |
| Norðurland | 2014 | 0,7 | 1 | 22,1 | 33 | 77,2 | 115 | 149 |
| Norðurland | 2015 | 8,9 | 53 | 27,7 | 165 | 63,4 | 378 | 596 |
| Norðurland | 2016 | 11,3 | 53 | 30,6 | 144 | 58,2 | 274 | 471 |
| Norðurland | 2017 | 14,3 | 88 | 34,0 | 210 | 51,7 | 319 | 617 |
| Norðurland | Meðaltal | 11,1 | 476 | 30,4 | 1307 | 58,4 | 2508 | 4291 |
| Breiðafjörður | 2010 | 15,8 | 107 | 35,3 | 239 | 49,0 | 332 | 678 |
| Breiðafjörður | 2011 | 0 | 0 | 0,9 | 1 | 99,1 | 100 | 101 |
| Breiðafjörður | 2013 | 2,7 | 2 | 12,3 | 9 | 84,9 | 62 | 73 |

3. AFURÐIR

Viðkoma og fæðusamsetning pysja á landsvísu, aldurssamsetning veiði, líftala varpfugla, stofnlíkan, veiðiráðgjöf, lundatal Íslands, vetrarútbreiðslukortasjá <http://www.seapop.no/en/seatrack/>, vetrarfæða.

3.1 Stofnlíkan

Leslie fylki er notað til að reikna stofnþróun lundans með aldursbundnum líftölum og frjósemi kvenfugla. Unnið er að endurskoðun stofnlíkans með það að markmiði að auka raunsæi og nákvæmni útreikninga. Frumniðurstöður benda til að líftala varpfugla tímabilið 2008-2017 sé mun hærri (0,9845) en áætlað hefur verið (0,90) og ekki ólíklegt að lífslíkur fugla á fyrsta aldursári séu einnig háar í góðu árferði, en lífslíkur pysja fylgja líkamsþyngd við brottför og einnig viðkomu. Fyrirhugað er að tengja líftölu 1-árs fugla viðkomu. Einnig er fyrirhugað að nota breytileika í líftölum til að fá raunsæri hermanir. Nauðsynlegt er að greina eldri merkingagögn frekar og m.a. aðgreina náttúrulega- og veiðidánartölur. Notast hefur verið við 0,87 sem meðal líftölu fullorðinna fugla sem eru veiddir [19]. Fyrirhugað er að beita annarri nálgun á hlutdeild veiða á stofnbreytingar en fastri líftölu (0,87), og verða athugaðar með því að draga aldursflokkada veiði (með notkun veiðihlutfalla) frá fjölda fugla á hverjum aldri innan landshluta. Fyrirhugað er að nota árlegar mælingar á frjósemi innan landshluta í stað meðaltala og staðalfrávika. Aldursbundin frjósemi (F) er margfeldi hlutfalls hvers árgangs sem hefur hafið varp (Pba) og viðkomu (P , ungar/varpholu): $F = Pba \times 0,5 P$, þar sem fylkið er skilgreint fyrir kvenfugla er frjósemi helminguð (dætur/mæður). Hlutföll kvenfugla (Pba) á þekktum aldri 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). *Pba* er sem segir: 6,7% hjá 3- og 4 ára, 75% hjá 5-ára og 100% hjá 6-ára og eldri. Lundi hefur jafnt kynjahlutfall. Veginn kynþroskaaldur kvenfugla (α) er 5,89 ár. Tímasetning líkansins er í lok varptíma í ágúst („post production“). Ungfuglar á fyrsta ári heimsækja ekki vörpin og veiðast ekki.

Tafla 4. Stofnlíkan (Leslie fylki) fyrir íslenska lundastofninn. Sjá skýringar í texta.

| Aldur | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6+ |
|-------|-----------------|--------|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| F | 0 | 0 | 0 | <i>Pba</i> ½ <i>P</i> | <i>Pba</i> ½ <i>P</i> | <i>Pba</i> ½ <i>P</i> | <i>Pba</i> ½ <i>P</i> | <i>Pba</i> ½ <i>P</i> |
| 0 | 0,45/0,65/0,85* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | | 0,9485 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | | 0 | 0,9485 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | 0 | 0 | 0,9485 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | | 0 | 0 | 0 | 0,9485 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,9485 | 0 | 0 |
| 6+ | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,9485 | 0,9485 |

*: líftölur 1-árs fugla í endurskoðun.

3.2 Stofnþróun & veiðiráðgjöf

Stofnþróun lunda frá 2003 verður endurmetin vorið 2018 byggt á þeim athugunum sem fyrir liggja. Landinu verður skipt upp í fjórðunga, enda ljóst að viðkoma á Vesturlandi hefur aukist mikið og á ekki samleið með lítilli viðkomu sunnanlands. Viðkomuaukningin sem sést hefur eru ánægjulegar fréttir og há líftala varpfugla sömuleiðis. Hvorugt breytir 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 ósjálfbærar á landsvísu undanfarin áratug og sjálfbærniákvæði íslenskra laga brotin (7 gr. Laga nr. 64/1994). Ítrekað hefur verið lagt opinberlega til í bæði ræðu og riti að stöðva veiðarnar á meðan þetta ástand varir. Hafa landeigendur og veiðimenn m.a. í Vestmannaeyjum, við Breiðafjörð og víðar brugðist jákvætt við, en annarstaðar hefur veiðum verið haldið áfram, sérstaklega norðanlands. Stjórnvöldum og landeigendum er ráðlagt að byggja veiðistjórnun sína á vísindalegum niðurstöðum og í samræmi við lög, alþjóðlega ábyrgð og siðlega umgengni við náttúruna [8, 22] og friða lunda fyrir veiðum þar til leitt verður í ljós hvort veiðar séu sjálfbærar á ný.

3.3 KYNNING NIÐURSTAÐA

Niðurstöður vöktunar lundastofnsins voru kynntar opinberlega árið 2017 með fjórum fyrirlestrum, fjölmörgum viðtölum í fjölmiðlum og fréttafærslum á samfélagsmiðlum (Facebook – Náttúrustofa Suðurlands). Niðurstöður úr þessu verkefni eru hagnýtt af framhaldsnemum á háskólastigi og í samstarfi við fræðimenn innanlands sem utan. Hér eru hlekkir á fjölmiðladæmi:

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/

Fyrirlestrar & veggspjöld:

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., Þórarinnsson, 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

3.5. Erlent samstarf

Niðurstöður í alþjóðlegu samstarfsverkefni um kortlagningu vetrarstöðva (SEATRACK) var nýtt í doktorsritgerð Annette Fayet við Oxford háskóla og var gefin út í tímaritsgrein í haust í ritrýndu tímariti. Sjá nánari umfjöllun um verkefnið: <http://www.seapop.no/en/seatrack/>, um hlutdeild Náttúrustofu Suðurlands, og sérstaklega skal bent á gagnvirka kortavefsjá fyrir 11 tegundir sjófugla sem opnuð var í vor [10]. Safnað hefur verið lífsýnum úr endurheimtum fuglum með dægurríta til greininga á kvikasilfri og lífrænum eiturefnum o.fl. í tengdu samstarfsverkefni ARCTOX undir stjórn Jerome Fort, ritrýndar greinar eru í býgerð. Samstarf er við alþjólegan hóp sérfræðinga um rannsókn á sambandi lundaveiði við sjávaryfirborðshita. Viðræður um frekari samvinnu eru til skoðunar. Fenna Meulemans var starfsnemi á háskólastigi í sex mánuði að mestu við lundavöktunina.

4. ÞAKKIR

Fjölmargir hafa aðstoðað við stofnvöktun lundans á ýmsan hátt og hljóta verðskuldaðar þakkir fyrir! Veiðikortasjóður, Rannsóknasjóður og Minningarsjóður Pálma Jónssonar styrktu rannsóknirnar.

5. HEIMILDIR

1. 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.
2. Árnason, Á., *Eyjar og úteyjallif. Úrval verka Árna Árnasonar símritara frá Grund*, ed. E.S. Hansen, et al. 2012, Vestmannaeyjar: Sögufélag Vestmannaeyja. 476.
3. Hansen, E.S. and A. Garðarsson, *Lundarrannsóknir 2013: Vöktun viðkomu, fæðu, líftala, & könnun vetrarstöðva. Desember. Skýrsla til Veiðikortasjóðs*. <http://www.nattsud.is/skrar/file/Lundarrannsoknir2013.pdf>. 2013, Náttúrustofa Suðurlands: Vestmannaeyjar. p. 59.
4. Lilliendahl, K. and J. Sólmundsson, *Sumarfæða sex sjófuglategunda við Ísland*. Fjölrit Hafrannsóknastofnunar, 1997. **57**: p. 249-259.
5. Gardarsson, A., et al. *Status of cliff-breeding seabirds in Iceland in 2005-2008*. in *Seabird Group 10th International Conference, 27-30 March 2009*. 2009. Provincial Court, Brugge, Belgium: Research Institute for Nature and Forest (INBO), Brussels, Belgium - Flanders Marine Institute (VLIZ).
6. 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.
7. Lebreton, J.-D., *Dynamical and statistical models for exploited populations*. *Aust. N. Z. J. Stat.*, 2005. **47**(1): p. 49-63.
8. 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.
9. Hansen, E.S., *Lundarrannsóknir 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.
10. 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.
 11. 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.
 12. Mayfield, H.F., *Nesting success calculated from exposure.* Wilson Bulletin, 1961. **73**: p. 255-261.
 13. Mayfield, H.F., *Suggestions for calculating nest success.* Wilson Bulletin, 1975. **87**: p. 456-466.
 14. Hobson, K.A. and R.A. Clark, *Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of ¹³C in tissues.* Condor, 1992. **94**(181-188).
 15. Hobson, K.A. and R.A. Clark, *Assessing avian diets using stable isotopes II: factors affecting diet-tissue fractionation.* Condor, 1992. **94**(189-197).
 16. Williams, B.K., J.D. Nichols, and M.J. Conroy, *Analysis and management of animal populations.* 2002, London: Academic Press. 817.
 17. Harris, M.P. and S. Wanless, *The Puffin.* 2011, Calton, England: T & A D Poyser. 256.
 18. Petersen, Æ., *Size variables in Puffins *Fratercula arctica* from Iceland, and bill features as criteria of age.* Ornis Scandinavica, 1976. **7**: p. 185-192.
 19. 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.
 20. Lilliendahl, K., et al., *Viðkomubrestur lunda og sandsílis við Vestmannaeyjar.* Náttúrufræðingurinn, 2013. **83**(1-2): p. 81-95.
 21. Óskarsson, Þ., *Tilraunir með rafeindamerki á lunda og hlutfalls ungfugls í veiði lundaveiðimanna.* 1996, Rannsóknasetur Háskóla Íslands, Vestmannaeyjum. : Vestmannaeyjabær. p. 1-16.
 22. Morton, B., *Iceland's puffin suppers.* Marine Pollution Bulletin, 2016. **109**(1): p. 1-2.