

LUNDARANNSÓKNIR 2013

VÖKTUN VIÐKOMU, FÆÐU, LÍFTALA & KÖNNUN VETRARSTÖÐVA

© ERPUR SNÆR HANSEN & ARNÞÓR GARÐARSSON

Óheimilt er að vitna í niðurstöður án heimildar höfundar.

Citation is unauthorized without permission.



SKÝRSLA TIL VEIÐIKORTASJÓÐS – UMHVERFIS- & AUÐLINDARÁÐUNEYTI



NÁTTÚRUSTOFA SUÐURLANDS

DESEMBER 2013

EFNISYFIRLIT

I. NIÐURSTÖÐUR RANNSÓKNAMARKMIÐA 2013

(1) VÖKTUN VIÐKOMU, FÆÐU & ALDURSSAMSETNINGU VEIÐI	14
(A) VÖKTUN VIÐKOMU	14
Hlutfall varphola í ábúð	17
Varpárangur	18
Klakárangur	19
Hlutfall fleygra unga	20
(B) ALDURSSAMSETNING VEIÐI	21
Vestmannaeyjar	22
Breiðafjörður	23
Norðursvæði	24
(C) VÖKTUN FÆÐU	25
2011	25
2012	26
(2) VÖKTUN LÍFTALA Í VESTMANNAEYJUM	29
(A) MERKING VARPFUGLA Í STÓRHÖFÐA	29
(B) PYSJUMERKINGAR	29
(3) MÆLING LÍFTALA UNGFUGLA 1959-2005	30
(4) KÖNNUN VETRARSTÖÐVA MEÐ HNATTRITUM	30

II. FRAMVINDA FRÁ FYRRI ÁRUM

(1) SAMSÆTUMÆLINGAR $\delta^{13}\text{C}$ & $\delta^{15}\text{N}$	31	
Rannsóknaspurningar	31	
Sýnataka & úrvinnsla	31	
Bráðabirgðasvör við rannsóknaspurningum		33
(2) LÝÐFRÆÐI LUNDASTOFNS VESTMANNAEYJA		37
(A) STOFNLÍKAN MEÐ LESLIE-FYLKI	37	
(B) IPM STOFNLÍKAN	38	
(B) SAMANTEKT LUNDAVEIÐI 1855-1897		41
1. Tímabil: 1857-1879	41	
2. Tímabil: 1880-1895	42	
3. Tímabil: 1898-1942	43	
4. Tímabil: 1944-1968	43	
5. Tímabil: 1969-2013	44	
(C) SÓKNARÞUNGI VEIÐA (CPUE)	45	
(D) VIÐKOMUVÍSITALA (P-INDEX)	48	
(E) FÆÐUVÍSITALA (F-INDEX)	50	
(F) SJÁVARHITI (SST)	52	
(G) ATLANTIC MULTIDECADAL OSCILLATION (AMO)		54
(H) LÁGMARKSLENGD SANDSÍLA L_{TH}	56	
(I) MAGN & TÍMASETNING ÞÖRUNGABLÓMA, 1D-LÍKAN		58

(3) SJÁLFBÆRNI VEIÐA METING MEÐ PBR AÐFERÐ		59
(4) HEILDARMAT ÍSLENSKA LUNDASTOFNSINS		59
(5) STOFNBREYTINGAR BJARGFUGLA	59	
(6) ÞUNGMÁLMAENGUN Í ÍSLENSKUM LUNDUM		60
KYNNING NIÐURSTAÐNA	61	
FYRIRLESTRAR	61	
HANDRIT	61	
RITSTÝRÐ BÓK	62	
FJÖLMIÐLAR	62	
SAMSTARF	62	
ÞAKKIR	63	
HEIMILDIR	64	
VIÐAUKAR	68	
REIHINGSUPPGJÖR 2013	74	

I. NIÐURSTÖÐUR RANNSÓKNARMARKMIÐA 2013

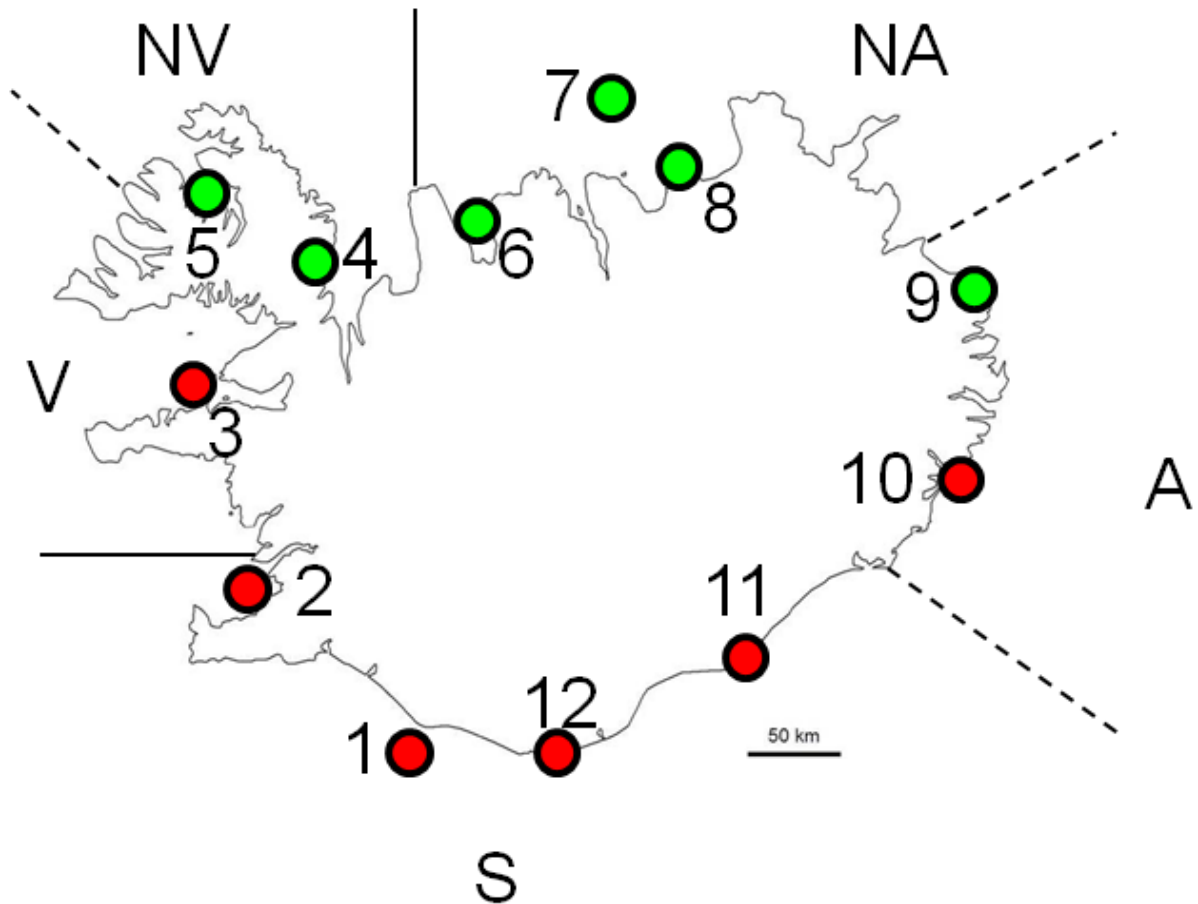
(1) VÖKTUN VIÐKOMU, FÆÐU & ALDURSSAMSETNINGU VEIÐI

(A) VÖKTUN VIÐKOMU

Farnir voru tveir leiðangrar umhverfis landið seinni hluta júní og júlí til gagnaöflunar. Tólf byggðir voru heimsóttar réttisælis umhverfis landið og hófst ferðin í Akureyri í Faxaflóa í júní en í Vestmannaeyjum í júlí (1. mynd). Lundavarp á norðanverðum Fonti á Langanesi var skoðað sem hugsanlegt rannsóknarvarp en reyndist varasamur vinnustaður vegna lausagrjóts. Rannsóknarholum var fjölgað í a.m.k. 40 í hverri byggð og var öllum tréhælum skipt út fyrir plaströr í júní.

Ábúðarhlutfall varphola á hverjum stað var mælt beint í >40 holum með holumyndavélum sem nota innrauða lýsingu. Viðkoma var mæld sem margfeldi ábúðar og varpárangurs (fleygur ungi/varpholu). Ábúð hola var metin sem hlutfall hola með eggi (egg/varphola). Klakárangur var metinn sem hlutfall eggja sem klekst (ungi/egg). Varpárangur var metinn sem hlutfall unga á lífi seinni hluta júlí af fjölda klakinna eggja (ungi/klakið egg). Í nokkur skipti hefur varp brugðist eftir seinni heimsókn okkar í júlí, oftast á SA landi og sérstaklega í Papey. Hægt er að bregðast við þessu á ódýran og öflugan hátt með því að setja upp nokkrar sjálfvirkar myndavélar sem fylgjast með afdrifum, fæðusamsetningu og mótunartíðni í sérvöldum vörpum. Fyrirhugað er að sækja um 6 myndavélar í umsókn til Veiðikortasjóðs. Þegið var boð prófessors Tom Hart við Oxford háskóla um þátttöku í alþjóðlegu samstarfi (sjá „Samstarf“) þar sem sótt verður sérstaklega (erlendis) um tugi myndavéla til notkunar hérlendis auk fleiri véla til notkunar víðar í N-Atlantshafi.

Hér er skýrt frá niðurstöðum 2013 og jafnframt teknar saman tiltækar niðurstöður sem eru grunnur að tveimur handritum á ensku sem er verið að skrifa og eru ásar og myndtengdur texti því á ensku. Í ljós hefur komið að viðkoma lunda árin 2010-2013 við landið hefur skipst í tvö horn (myndir 1-6). Viðvarandi viðkomubrestur hefur orðið á „suðursvæði“ en „eðlilegt“ ástand (samanborið við erlendar niðurstöður) er á „norðursvæði.“ Um 75% varpstofnsins býr á suðursvæðinu (Arnþór Garðarsson, o.fl., *handrit*).



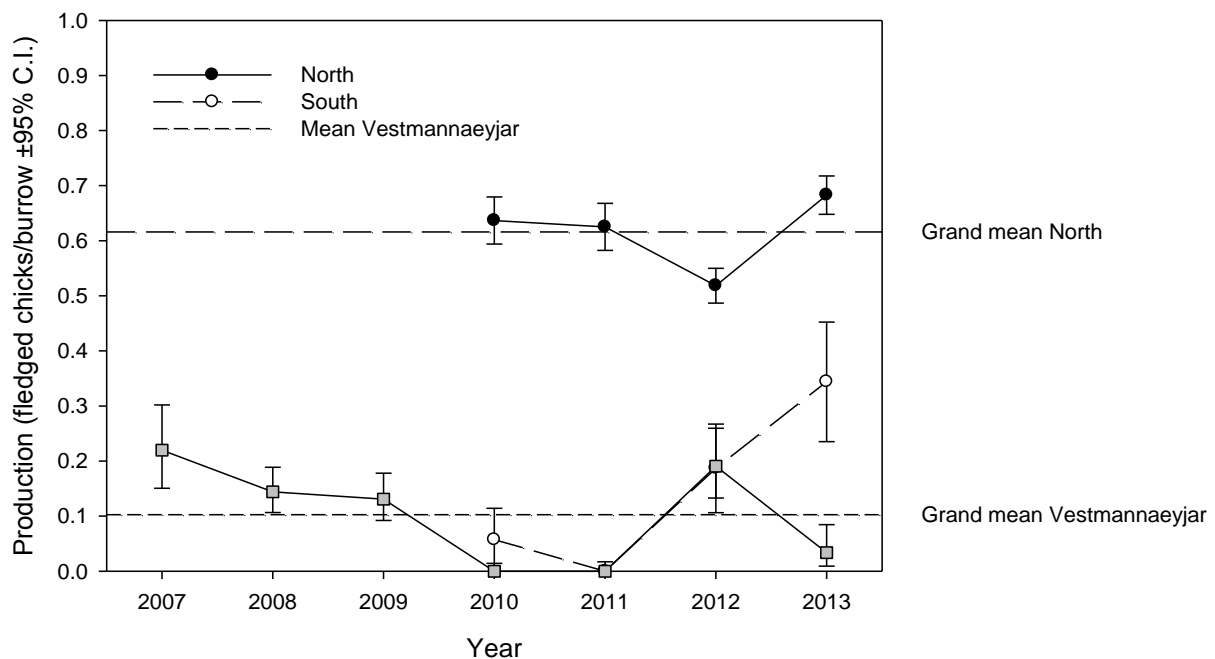
1. mynd. Staðsetning og númer tólf rannsóknabyggða. (1) Vestmannaeyjar, (2) Akurey á Kollafirði, (3) Elliðaey á Breiðafirði, (4) Grímsey á Steingrímsfirði, (5) Vigur í Ísafjarðardjúpi, (6) Drangey á Skagafirði, (7) Grímsey, (8) Lundey á Skjálfanda, (9) Hafnarhólmi í Borgarfirði eystra, (10) Papey, (11) Ingólfshöfði og (12) Dyrhólaey. Byggðir (Nr. 4-9) á „nordursvæði“ eru sýndar með grænum lit og byggðir (Nr. 1-3 & 10-12) á „suðursvæði“ með rauðum lit. Skil á milli svæða eru við Látrabjarg og Seyðisfjörð. Fæðusýnasvæði eru merkt með bókstöfum og afmörkuð með brotnum og heilum línnum. Útbreiðsla sjógerða er afmörkuð með brotnum línnum. Hlýr Atlantssjór að sunnan, blandaður svalsjór fyrir norðan og kaldur sjór fyrir austan.

Hefur viðkoma í Vestmannaeyjum verið lítil sem engin í samfelld 11 ár. Þetta er jafnframt lengsta rannsókn á viðkomu lunda hérlendis, fyrir utan að heimamenn í Papey (sem ganga eyna daglega á varptíma) hafa orðið varir við viðvarandi pysjudauða síðan 2005. Viðkomubrestur hefur því ekki verið einskorðaður við Eyjar né er hann nýtilkominn.

Með hliðsjón af varúðarreglu í túlkunum má ætla að viðkoma hafi verið lítil eða engin um árabíl á Suðurlandi og hafi Faxaflói og Breiðafjörður fylgt í kjölfarið a.m.k. frá 2010.

Sandsílastofninn hrundi 2005 sem er álitin aðalástæða fæðuskorts lunda og flestra íslenskra sjófugla (Kristján Lilliendahl, o.fl., 2013).

Það vekur athygli í veiðigögnum Umhverfisstofnunar (sbr. 20. mynd), að fækkunartímabilin í lundaveiði á landsvísu eru tvö: 1997-1999 þar sem fækkunin var mun hraðari en frá 2005! Núverandi sjávarhlýskeyð hófst árið 1996. Ungfuglastofn suðursvæðisins er að mestu leyti „horfinn“ sökum lítillar viðkomu í áratug (19. mynd), og á næstu árum mun varpstofninn minnka árlega sem nemur náttúrlegri dánartölu (um 10%) vegna skorts á nýliðun.



2.mynd. Viðkoma á landsvísu (fleygir ungar/varpholu) 2007-2013 ásamt 95% öryggismörkum. Sýnd er meðalviðkoma í byggðum norður- og suðursvæða (utan Vestmannaeyja). Fyrir Vestmannaeyjar er sýnd viðkoma og 95% öryggismörk hlutfallsins. Sýnd eru heildarmeðaltöl norðursvæðis (0,62 efri brotalína) og Vestmannaeyja (0,1 neðri brotalína).

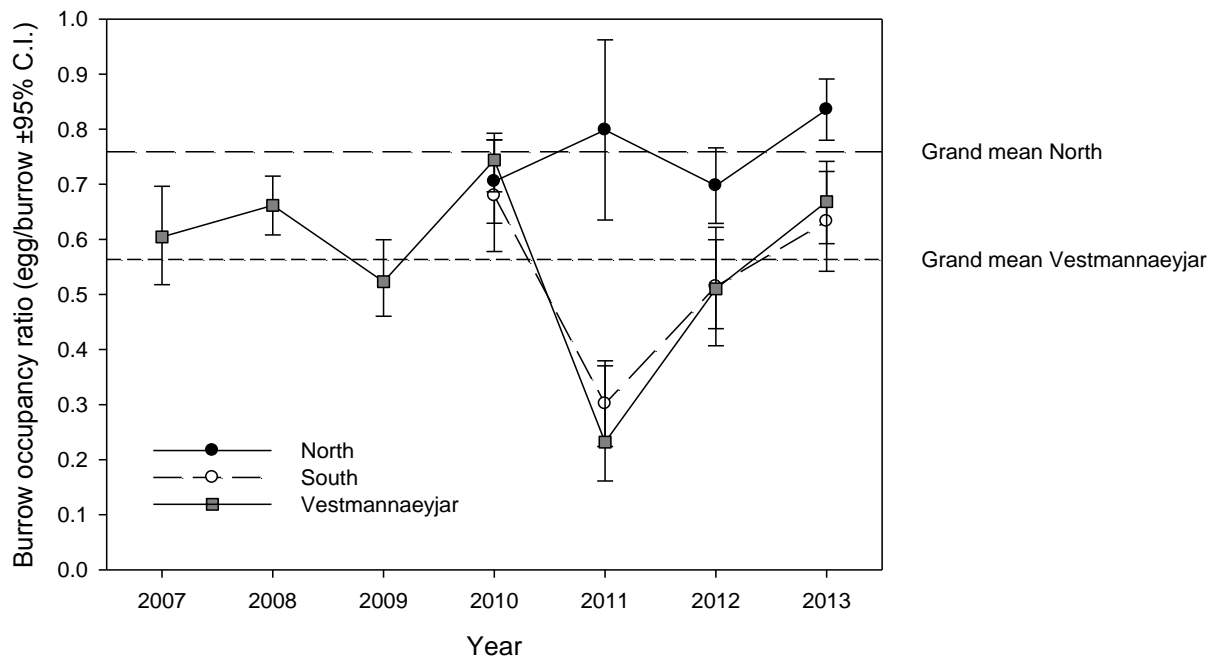
Lýsa má þrem mynstrum í viðkomu í Eyjum 2007-2013. (i) Árin 2007 og 2012 einkenndust að því að egg voru afrækt í stórum stíl en ungar sem klöktust áttu þokkalega möguleika á að komast á legg þótt seint væri. (ii) Árin 2008 og 2009 var klak meira en sérstaklega mikill ungasauði fylgdi á eftir. (iii) Árin 2010, 2011 og 2013 voru aldaðaár, 82% eggja voru afrækt 2010, öll 2011, og 73% 2013.

Viðkoma í Papey og Ingólfshöfða var í meðallagi árið 2013 og úr takti við aðrar rannsóknabyggðir á suðursvæði í fyrsta sinn. Loðnuseiði voru aðalfæða í Papey en fæðugreiningar af ljósmyndum er ólokið.

Hlutfall varphola í ábúð

Ábúðarhlutfall varphola er önnur grunnstærð við mat á stærð varpstofns lunda, en hin er heildarholufjöldi. Ábúð er andhverfur mælikvarði á hlutfall geldfugla sem hækkar með lækkandi ábúð (BOR-1). Samkvæmt rannsóknum Mike P. Harris o.fl. á Isle of May við Bretland er ábúðarhlutfall varphola stöðugt á bilinu 70-80% (Harris & Wanless 2011). Byggðin á Ile of May er besta dæmið um samfellt ört vaxandi lundavarp undanfarna hálfu öld. Ábúðarhlutfall virðist þannig vera stöðugt við kjöraðstæður.

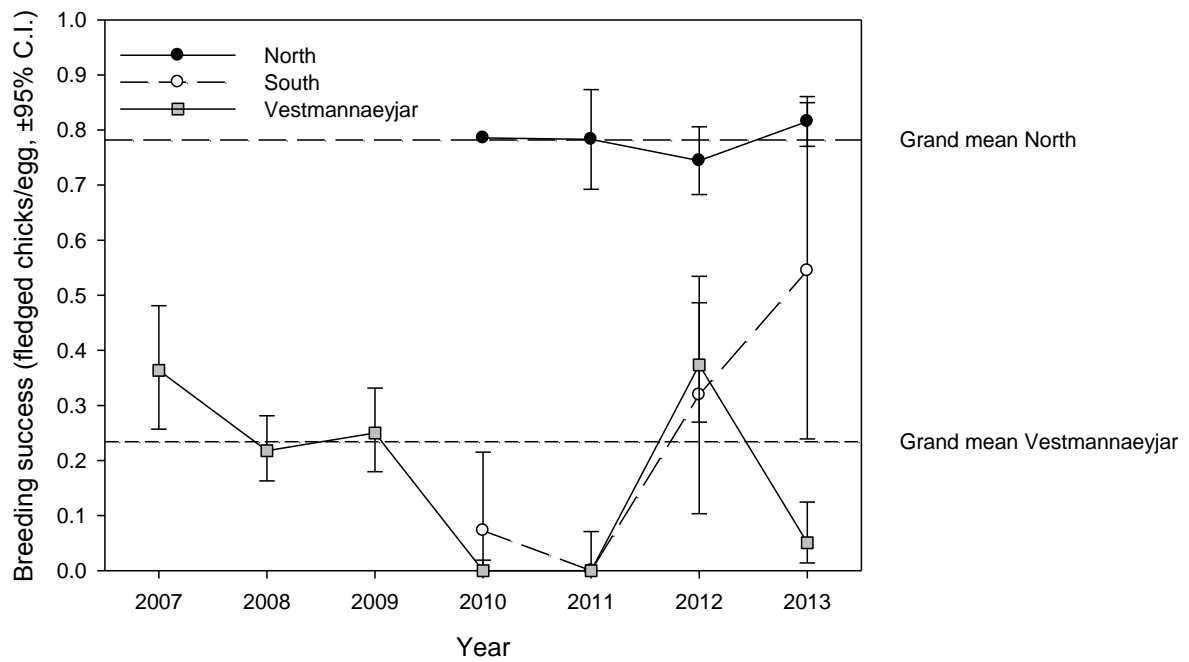
Algennt er að langlíf dýr eins og sjófuglar taki sér stöku frí frá varpi og gróflega metið sleppa 10% lunda varpi ár hvert á Isle of May (Michael P Harris og Sarah Wanless, 2011, M J M Poot, o.fl., 2011). Ekki er vel þekkt hvernig þessi varpfrí ákvarðast við slakari skilyrði. Líklegt má þó telja að fleiri fuglar taki sér frí t.d. þegar fæðuframboð er lítið eða í kjölfar misheppnaðs varps ári fyrr. Fremur lágt og breytilegt ábúðarhlutfall í Eyjum undanfarin ár varð hvati til að mæla ábúðarhlutfall umhverfis landið til þess að fá betri innsýn í breytileikann og tengsl við viðkomu og umhverfisskilyrði.



3. mynd. Ábúðarlutfall (egg/varpholu) 2007-1013. Sýnd er meðalábúð í byggðum norður- og suðursvæða (utan Vestmannaeyja) með 95% öryggismörkum. Fyrir Vestmannaeyjar er sýnt ábúðarlutfall og 95% öryggismörk þess. Sýnd eru heildarmeðaltöl norðursvæðis (efri brotalína) og Vestmannaeyja (neðri brotalína).

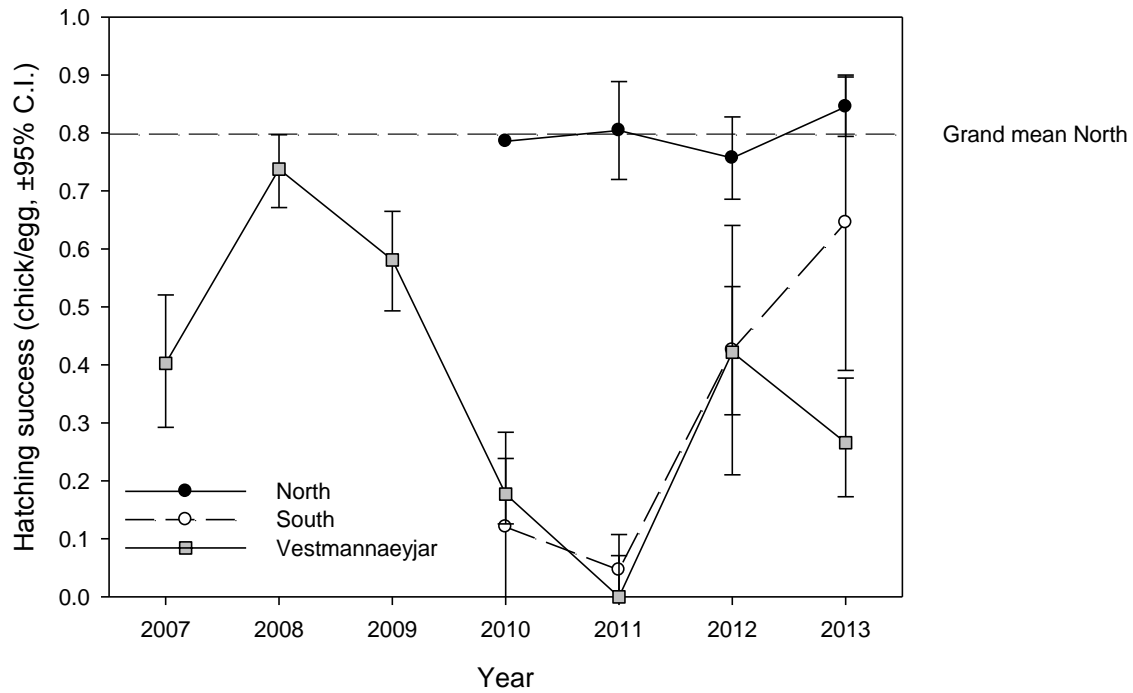
Á norðursvæðinu hefur ábúð verið að meðaltali í kring um 76% en um 57% á suðursvæðinu og hafa Vestmannaeyjar og önnur rannsóknsvæði á suðursvæðinu verið í takt. Árið 2011 sker sig úr með minnsta ábúð, sem gæti hugsanlega tengst því að árið áður var fyrsta aldaðaárið í Vestmannaeyjum og reyndar almennt á suðursvæðinu.

Varpárangur



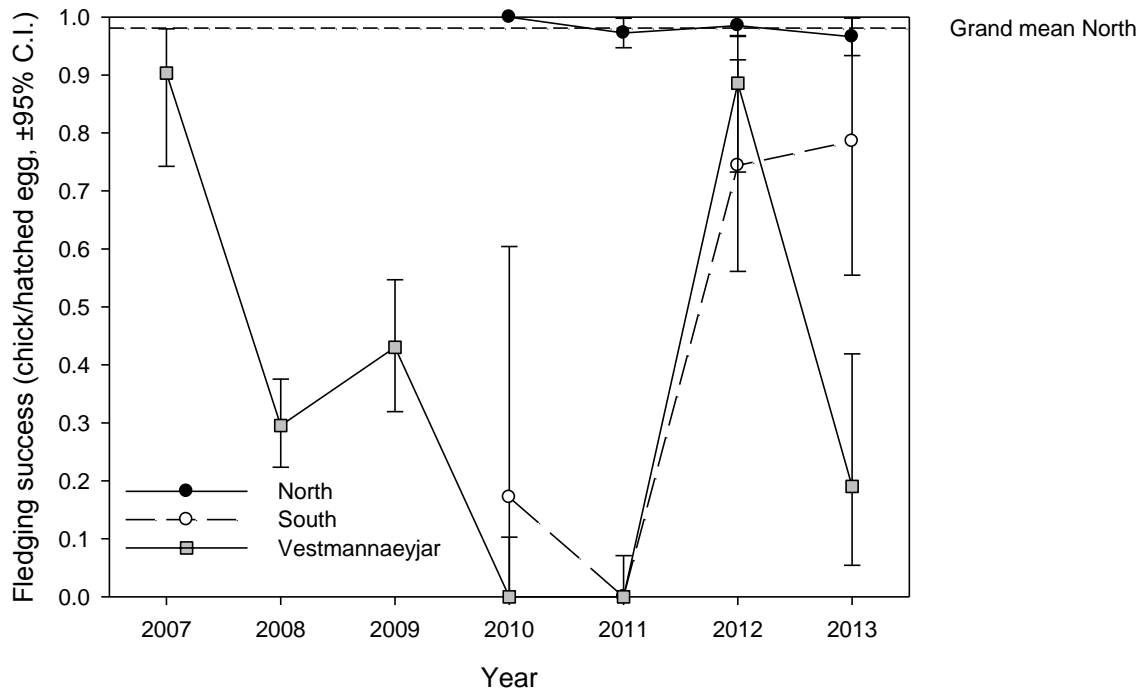
4. mynd. Varpárangur (fleygir ungar/egg) 2007-1013. Sýnd eru meðalhutföll fleygra unga í byggðum norður- og suðursvæða (utan Vestmannaeyja) með 95% öryggismörkum. Fyrir Vestmannaeyjar er sýnt hlutfall fleygra unga og 95% öryggismörk þess Sýnd eru heildarmeðaltöl norðursvæðis (efri brotalína) og Vestmannaeyja (neðri brotalína).

Klakárangur



5. mynd. Klakárangur (ungar/egg) 2007-1013. Sýndur er meðalklakárangur í byggðum norður- og suðursvæða (utan Vestmannaeyja) með 95% öryggismörkum. Fyrir Vestmannaeyjar er sýndur klakárangur og 95% öryggismörk hans. Sýnt er heildarmeðaltal norðursvæðis með brotalínu.

Hlutfall fleygra unga

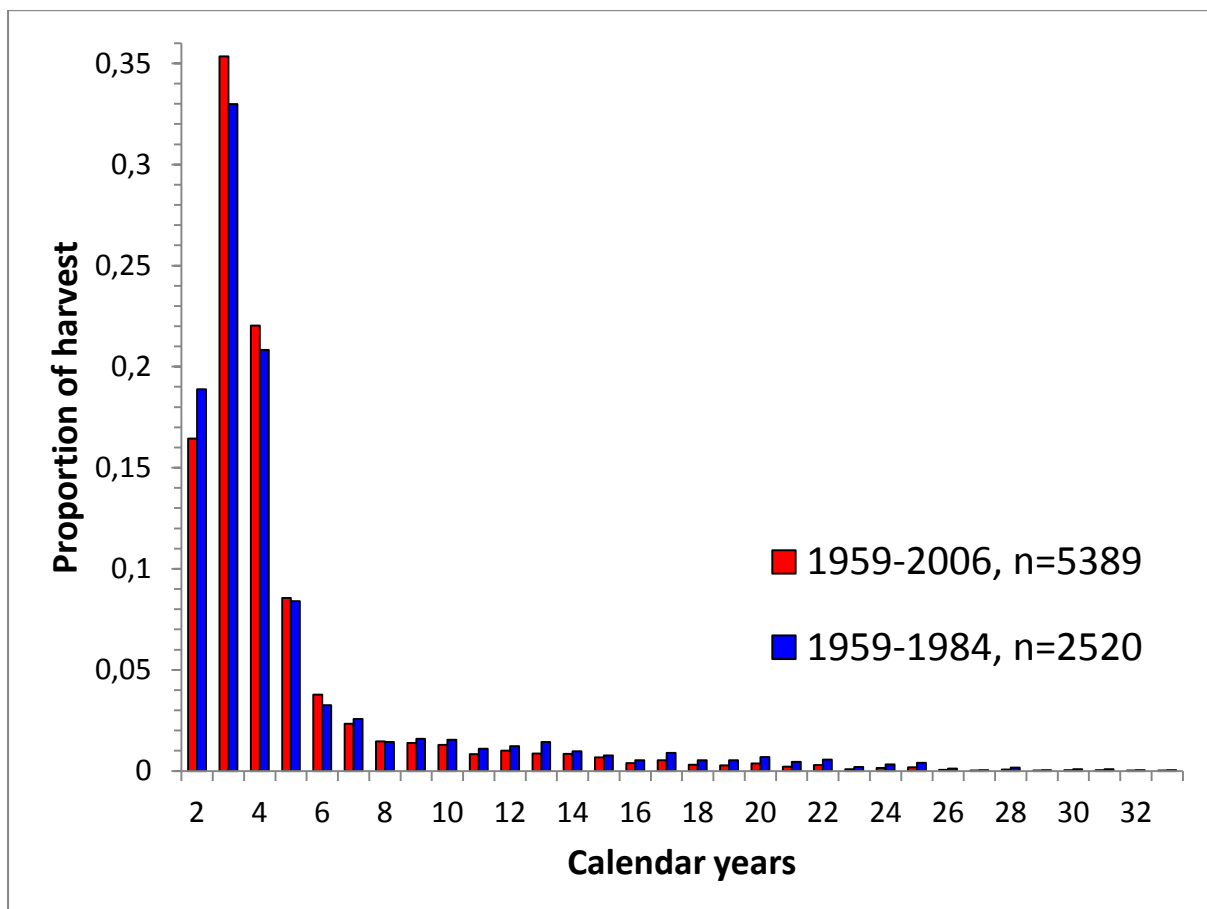


6. mynd. *Hlutfall fleygra unga (fleygir ungar/klakin egg) 2007-1013. Sýnd eru meðalhlutföll fleygra unga í byggðum norður- og suðursvæða (utan Vestmannaeyja) með 95% öryggismörkum. Fyrir Vestmannaeyjar er sýnt hlutfall fleygra unga og 95% öryggismörk þess. Sýnt er heildar meðaltal norðursvæðis með brotalínu.*

(B) ALDURSSAMSETNING VEIÐI

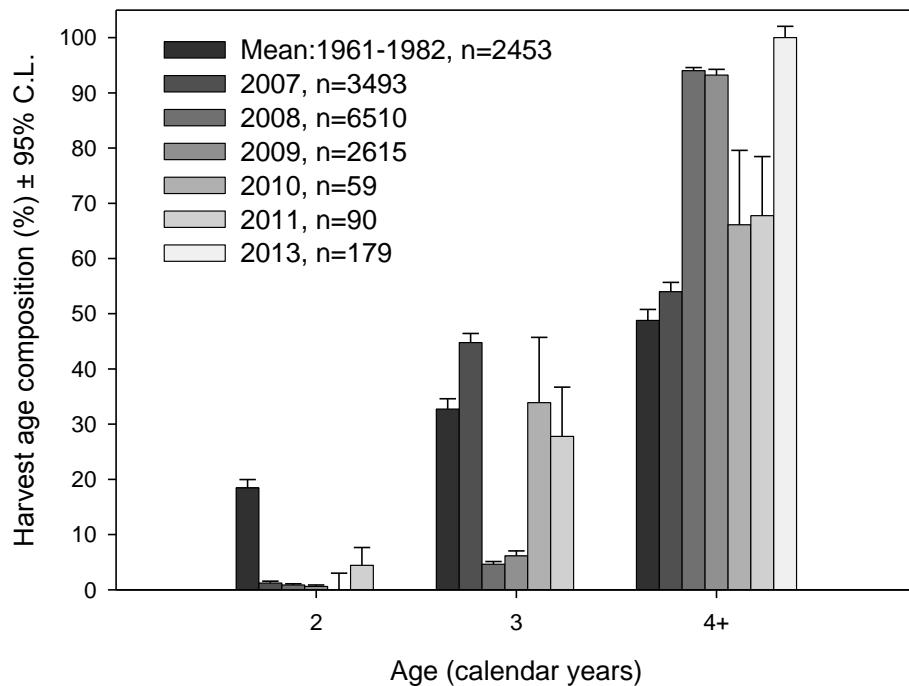
Engin ungaframleiðsla mældist árin 2010 og 2011 í Vestmannaeyjum og því ekki búist við að 2- og 3 ára árgangarnir myndu finnast í veiði 2013. Aldursgreining lunda í veiði myndi því annaðhvort staðfesta að svo væri eða sýna fram á stærðargráðu innflutnings sem almennt er mjög erfitt að mæla.

179 lundar voru ljósmyndaðir í afla í Vestmannaeyjum 2013 og hafa þeir verið aldursgreindir (8. mynd). Eftir er að greina um 150 fugla til viðbótar sem nýlega bárust til Náttúrustofunnar. Flokkað var eftir nefskorufjölda en ≥ 2 nefskoru flokkarnir voru ekki greindir frekar til aldurs og eru nefndir hér „4+“ ára. Til samanburðar eru sýnd meðalaldurshlutföll 22 árganga (1961-1982, $n=2453$) fugla af þekktum aldri í veiði (merktir sem pýsjur) þar sem hver árgangur hefur verið veiddur í að minnsta kosti 25 ár. Skekkja sem verður til vegna þess að árgöngum er ekki safnað yfir allt aldurskeið sitt (1959-2006) og þjagar hlutdeild varpfugla, er borin saman við 25 ára söfnunartíma fyrir hvern árgang á 7. mynd. Ekki var tekið tillit til þessarar skekkju né að notkun álmerkja sem voru notuð 1953-1959 og tærðust fljótt juku þessa skekkju enn meir, þegar hlutdeild varpfugla í veiði var metinn fram til 1973 (Ævar Petersen, 1976).



7. mynd. Aldursdreifing fugla af þekktum aldri í veiði (merktra sem pýsja) í Vestmannaeyjum.

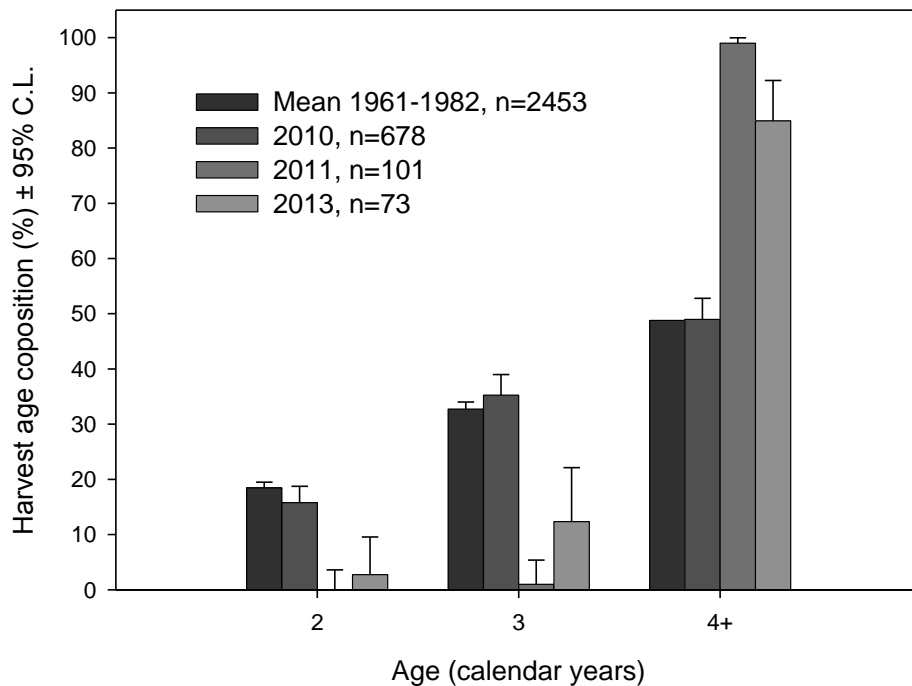
Vestmannaeyjar



8. mynd. Hlutföll (%) eftir aldri í lundaveiði í Vestmannaeyjum 2007-2013. Til samanburðar er meðalaldurshlutföll 22 árganga í veiði af þekktum aldri (merktum sem pýsjur).

Í Vestmannaeyjum hefur hlutfall 2-ára fugla verið lágt frá árinu 2007, hinsvegar hefur hlutfall 3-ára fugla verið breytilegt (8. mynd). Árin 2008 og 2009 voru þriggja ára fuglar mjög fáir (2005 og 2006 árgangarnir), en árin 2010 og 2011 voru 3-ára fuglar (2007 og 2008 árgangarnir) í eðlilegu hlutfalli. Skýring á þessu mynstri getur falið í sér að 2-ára fuglar haldi sig frá vörpum ef lítið er um fæðu en ekki 3-ára fuglar. Einnig geta 3-ára fuglarnir árin 2010-11 hafa verið að mestu utanaðkomandi. Með hliðsjón af lítilli viðkomu frá 2007 er seinni skýringin líklegri, en útilokar hinsvegar ekki að 2-ára fuglar haldi sig frá byggðum í hallærum. Enginn 2- né 3-ára fugl veiddist í Vestmannaeyjum 2013 en þeir voru um 50% veiði að jafnaði árabilið 1961-1982.

Breiðafjörður

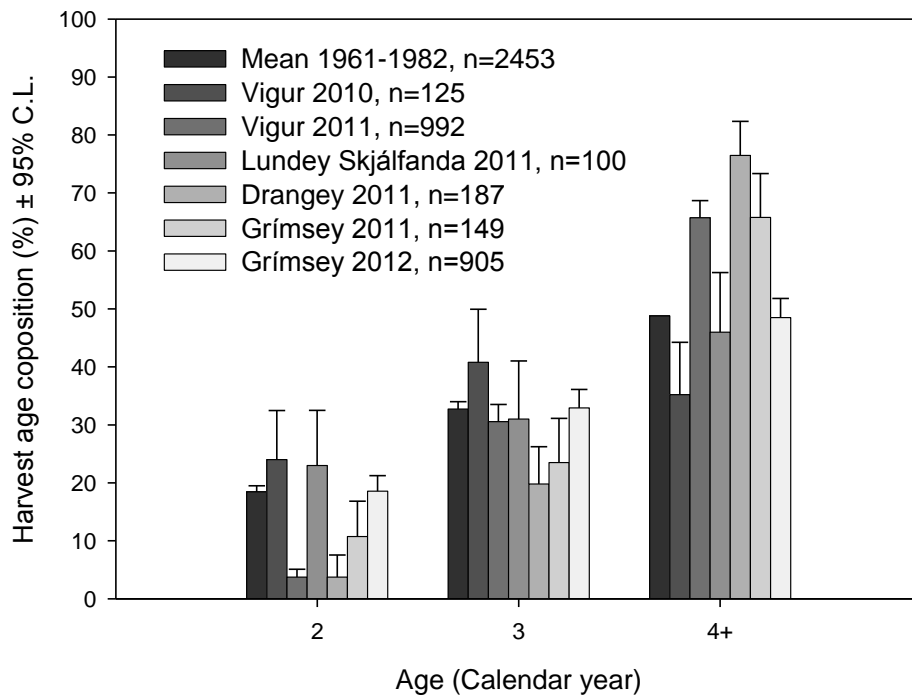


9. mynd. Hlutföll (%) eftir aldri í lundaveiði í Breiðafirði (Elliðaey & Melrakkaey) 2010, 2011 og 2013. Til samanburðar er meðalaldurshlutföll 22 árganga í veiði af þekktum aldri í Vestmannaeyjum..

Á Breiðafirði eru aldurshlutföll hefðbundin árið 2010, en 2011 og 2013 hverfur ungfugl mikið til úr veiðinni (9. mynd). Athygli vekur að 2008 árgangurinn, sem var í eðlilegu hlutfalli árið 2010 sem tveggja ára fugl, hverfur árið 2011 sem 3-ára fugl. Hér er komið dæmi um að ef þessi árgangur einfaldlega drapst ekki um veturinn í millitíðinni þá geta 3-ára fuglar, eins og 2-ára, forðast hallærissvæði og koma því ekki fram í veiði.

Þessar vísbendingar um fæðubundna áttthagatryggð ungfugla eru athyglisverðar þar sem þær gætu haft töluverð áhrif veiðitölur. Þegar veiðitímaröðin er skoðuð án leiðréttingar fyrir sóknarþunga og stærðarsamsetningu ungfugla árangana og borin saman við fæðuvísitölu röðina sést að þær eru áþekkar (29. mynd). Líklegt er því að fæðutengd áttthagatryggð sé einn af ákvörðunarþáttum veiðimagns a.m.k. upp að einhverju marki, en hafi um leið temprandi áhrif á veiðar. Þegar minna er um fæðu verður ungaframleiðni minni, en samtímis minnkar veiðihlutdeild í árgangi.

Norðursvæði



10 mynd. Hlutföll (%) eftir aldri í lundaveiði í fjórum byggðum á Norðursvæði 2010-2013. Til samanburðar er meðalaldurshlutföll 22 árganga í veiði af þekktum aldri í Vestmannaeyjum..

Veði hlutföll á norðursvæði hafa verið talsvert breytileg (10. mynd). Af sex úttektum voru tvær utan ársins 2011 og reyndust aldurshlutföll hefðbundin í báðum tilfellum (Vigur 2010 og Grímsey 2012). Árið 2011 voru gerðar fjórar úttektir í jafnmörgum byggðum. Í Lundeý á Skjálfanda einni voru aldurshlutföll hefðbundin. Í Vigur voru fáir 2-ára fuglar en hlutfall 3-ára fugla hefðbundið. Í Drangey voru álíka fáir 2-ára fuglar en hlutdeild 3-ára fugla var lægst allra úttektanna eða þriðjungi færri en samanburðarmeðaltalið og því hæsta hlutfall 4-ára og eldri. Í Grímsey árið 2011 var hlutfall 2-ára fugla (2009 árgangurinn) tæplega helmingi lægra en viðmiðið, en hlutfall 3-ára fugla um fjórðungi lægra. Athygli vekur að ári seinna (2012) hækkar 2009 árgangurinn í Grímsey upp í eðlilegt hlutfall sem 3-ára fugl.

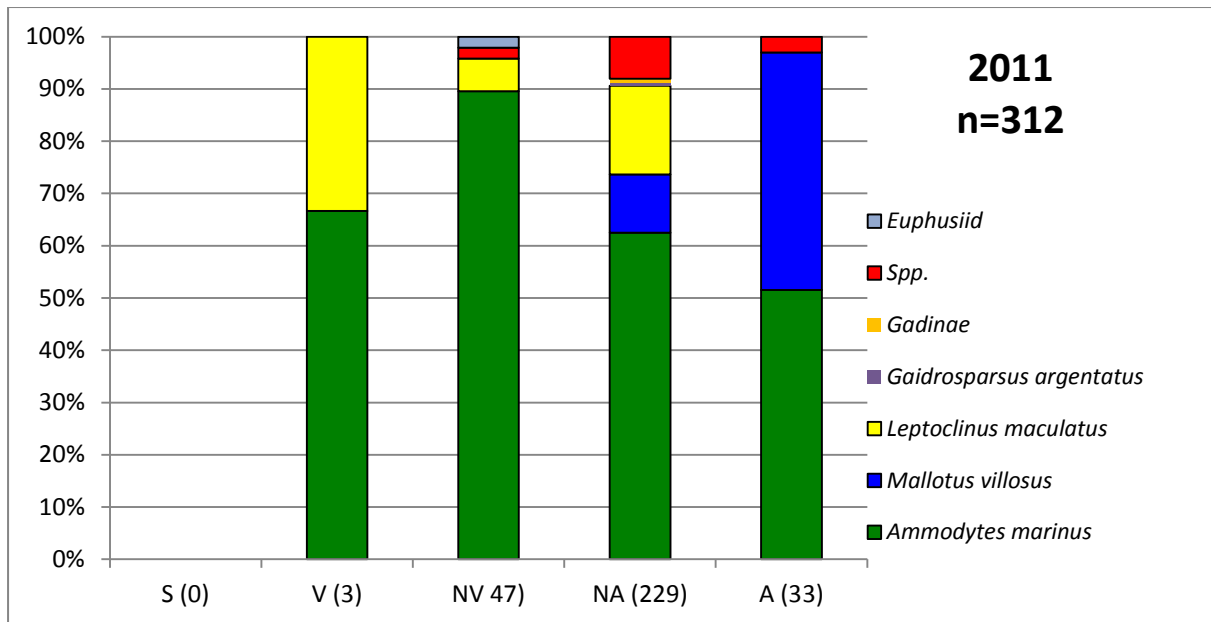
Þrátt fyrir að öll úttektarárin mælist ágæt viðkoma í öllum byggðunum (2. mynd), þá er jafnframt ljóst að nægjanlega mismunandi mikið fæðuframboð hefur verið á milli byggða og milli ára innan byggða, til þess að hafa mikil áhrif á aldursamsetningu veiði. Utan Lundeýjar á Skjálfanda löðuðust ungfuglar minna að vörpum á norðursvæði árið 2011.

(C) VÖKTUN FÆÐU

Ljósmyndun varpfugla með fæðu í gogg hófst 2011, og hefur verið endurtekin árlega síðan. Cornelius Schlawe náttúru ljósmyndari tók flestar myndirnar 2011 og 2012, en Ingvar Atli Sigurðsson árið 2013. Til viðbótar var greind fæða af myndum sem aðrir ljósmyndarar létu góðfúslega í té. Sérstaklega ber að nefna Einar R. Sigurðsson sem myndaði varpfugla með fæðu í Ingólfshöfða allt sumarið 2013 sem mun veita almenna innsýn í breytileika í fæðusamsetningu yfir varptímann. Valur Bogason og Kristján Lilliendahl auk úrvals sérfræðinga á Hafrannsóknastofnun greindu fæðu frá 2011 til tegunda, en Valur Bogason og Erpur S. Hansen greindu af myndum frá 2012 og 2013. Niðurstöður tegundagreininga í einstökum vörpum eru sýndar á myndum 11 og 12 fyrir árin 2011 og 2012. Niðurstöður tegundagreininga eru svo teknar saman eftir landsvæðum fyrir árin 2011 og 2012 á myndum 13 og 14. Númer og staðsetning byggða og landsvæða eru sýnd á 1. Mynd. Lokið verður við fæðugreiningar frá árinu 2013 í vetur.

2011

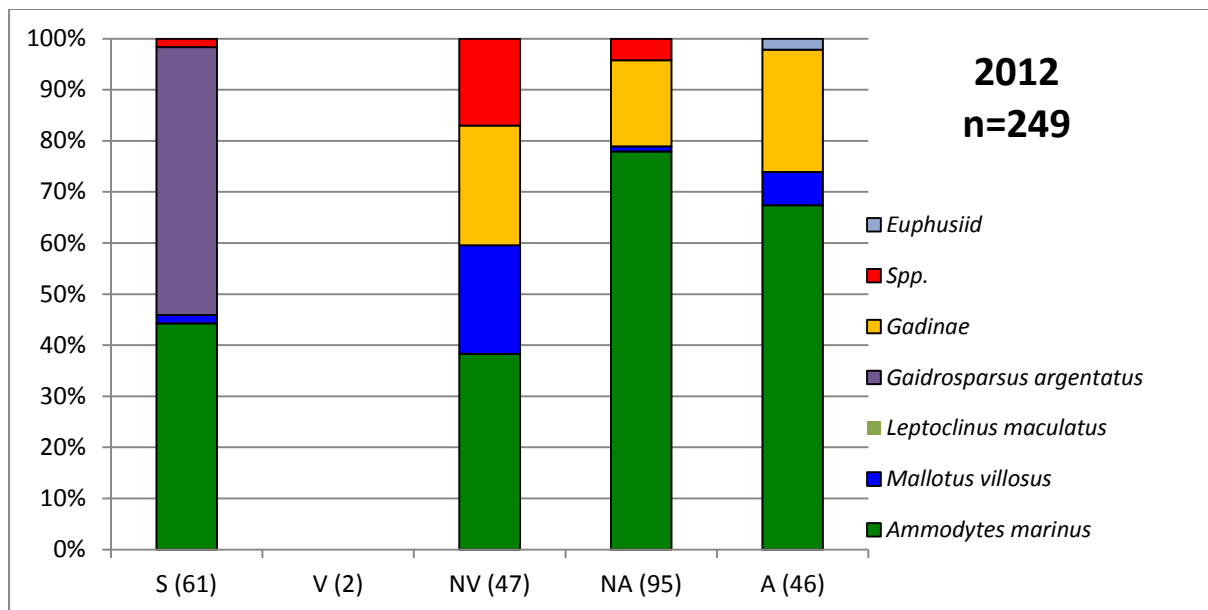
Ekki tókst að mynda varpfugla með fæðu á S-svæði og aðeins þrjú einstaklingar á V-svæði sem endurspeglar fæðuskort á þessum svæðum (11. mynd). Þar sem fuglar sáust með fæðu var sandsíli (*Ammodytes marinus*) ríkjandi tegund og >50% fæðutegunda á öllum landsvæðum (11. mynd). Loðna (*Mallotus villosus*) var ríkjandi fæða í Lundey við botn Skagafjarðar einna byggða (13. mynd) en uppeldistöðvar loðnu eru vel þekktar innfjarða norðanlands (Hjálmar Vilhjálmsson, 1994). Annars greindist loðna í einhverju magni eingöngu NA-lands. Flekkjamjóni (*Leptoclinus maculatus*) sást í átta af níu vörpum þar sem fæða var greind (ekki í Hafnarhólma á Borgarfirði Eystra) og í talverðu magni í Drangey og Lágey á Skjálfanda (11. mynd). Hlutdeild allra annarra tegunda samanlagt fór hvergi yfir 25%.



11. mynd. Fæðusamsetning unगाfæðu eftir landshlutum árið 2011. Fjöldi fæðugreininga er sýndur í sviga við hlið landsvæðaheitis. Sjá einstaka byggðir á 13. mynd.

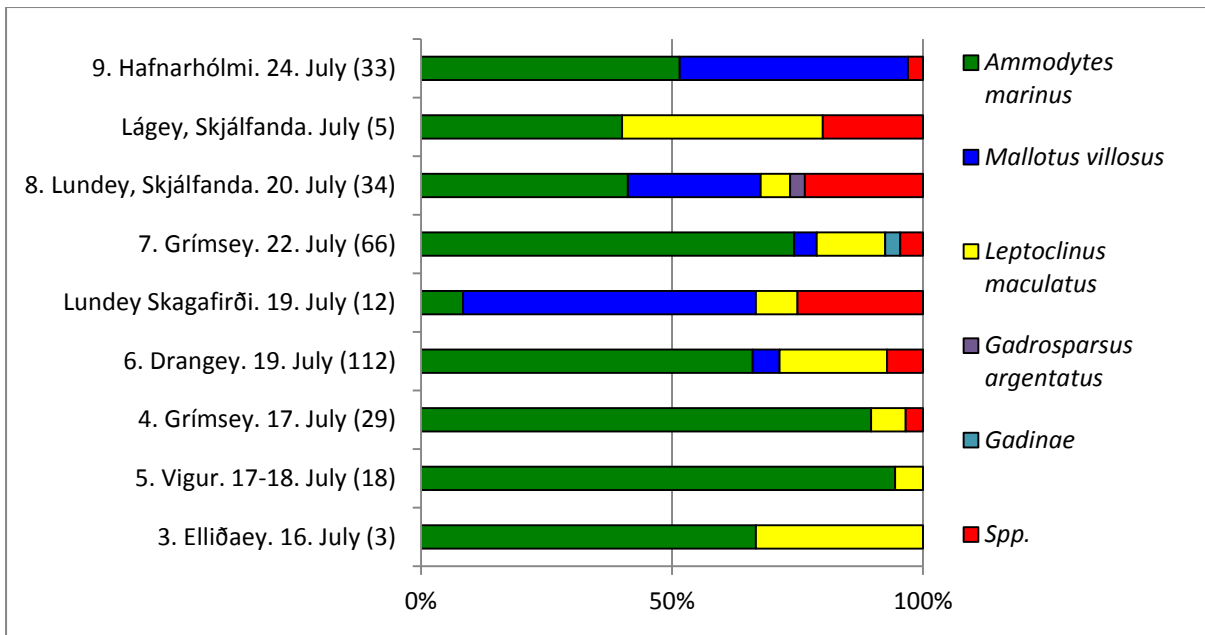
2012

Ekki tókst að mynda varpfugla með fæðu á vestursvæði. Mikil umskipti urðu í fæðusamsetningu milli þessara ára. Sandsíli var enn ríkjandi fæða á þrem svæðum, en miklar tilfærslur urðu í hlutdeild milli svæða. Á NV-landi þar sem hlutdeildin sílis var hæst (um 90%) árið 2011 varð hún lægst árið 2012 (um 38%). Hlutdeild sílis í fæðu hækkaði á NA- og A-svæðum milli ára. Sandsíli var tæpur helmingur fæðugreininga á S-svæði. Loðna var nú um 20% fæðu á NV-svæði en engin sást þar árið áður, meðan hlutdeild loðnu á A-svæði fór úr 45% í 5 % milli ára. Ekkert sást til flekkjamjóna árið 2012 en þorsfiskar (Gadinae) voru 15-20% tegundasamsetningu fæðu á öllum svæðum nema S-svæði. Rauða sævesla (*Gaidrosarsus argentatus*) var mjög áberandi í Heimaey um miðjan júlí og jókst hlutdeild hennar enn frekar undir mánaðamótin. Hennar gætti einnig í Dyrhólaey um miðjan júlí en hvarf þar seinni hluta júlí líkt og hún væri á vesturleið. Líklegt er að rauða sævesla hafi átt stóran þátt í þeirri viðkomuaukningu sem varð 2012 í Vestmannaeyjum (2. mynd).

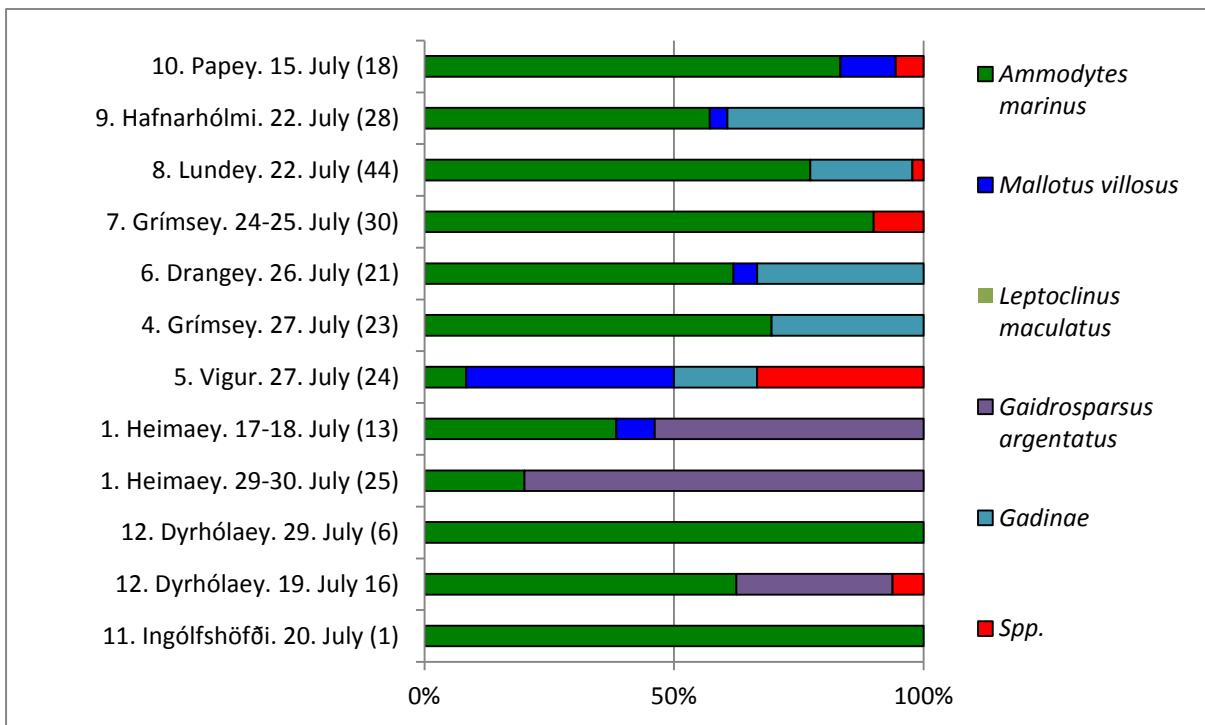


12. mynd. Fæðusamsetning ungapæðu eftir landshlutum árið 2012. Fjöldi fæðugreininga er sýndur í sviga við hlið landsvæðaheitis. Sjá einstaka byggðir á 14. Mynd.

Fjöldi varpfugla sem sjást með fæðu virðist endurspeglar fæðumagn milli landsvæða. Athygli vekur að sandsíli er almennt ríkjandi fæðutegund bæði árin en vitað er að sandsílastofninn hefur ekki náð sér á strik á V- og S-svæði (Kristján Lilliendahl, o.fl., 2013) og því hægt að útiloka seiðarek vestur fyrir land. Samsæturannsóknir (sjá síðar) benda til þess að fæðusamsetning fullorðinna fugla og unga sé töluvert frábrugðin, norðan- og sunnanlands (sjá umfjöllun í II. hluta). Loðnustofninn hefur verið í lægð í um áratug og að stórum hluta fært uppeldisstöðvar sínar til SA-Grænlands (Þorsteinn Sigurðsson og Árni Magnússon, 2011). Mjög mismunandi hlutdeild mismunandi tegunda eins og flekkjamjóna, rauðu sæveslu og þorskfiska benda til þess að lundinn sé tækifærissinnaður og nýti líklega aðgengilegustu fæðuna hverju sinni.



13. mynd. Tegundasamsetning ungapæðu (312 fæðutegundagreiningar) í gogg 310 einstakra varpfugla árið 2011 eftir vörpum og myndatökudegi. Fæða var ógreinanleg hjá 20.6% myndaðra varpfugla ($n=393$). Fjöldi fæðutegundagreininga fyrir hverja byggð er sýndur innan sviga (sjá staðsetningu og númer byggða á 1. mynd).



14. mynd. Tegundasamsetning ungapæðu (249 fæðutegundagreiningar) í gogg 271 einstakra varpfugla árið 2012 eftir vörpum og myndatökudegi. Fæða var ógreinanleg hjá 23.4% myndaðra varpfugla ($n=325$). Fjöldi fæðutegundagreininga fyrir hverja byggð er sýndur innan sviga.

(2) VÖKTUN LÍFTÖLU Í VESTMANNAEYJUM

(A) MERKING VARPFUGLA Í STÓRHÖFÐA

Fyrirhugað var að veiða með háf og merkja með bæði lit og stálmerkjum allt að 1000 fugla. Gerð var tilraun til merkingaveiða við kjörskilyrði (skv. Óskari J. Sigurðssyni vitaverði og fuglamerkingamanni) m.t.t. veiðitíma, veiðistaðs, vindstyrks, vindáttar og veðurs í júlí. Vanur veiðimaður var fenginn til veiða og sat mikið uppi af fugli. Engin fugl kom hinsvegar í færi þótt reynt væri í rúmar 2 klukkustundir, sem er sterk vísbending um að mjög fáir ungfuglar hafi verið á svæðinu. Var hætt við frekari háfaveiðitilraunir og ljóst að varpfugla þarf að veiða með yfirlegunetum sem er fremur tímafrek aðferð þar sem liggja þarf yfir netunum.

Aldursgreiningar á 179 fuglum úr veiði í Vestmannaeyjum 2013 sýndu að veiði samanstóð eingöngu af fjögurra ára og eldri fuglum (8. mynd, einnig verða greindir 150 fuglar til viðbótar sem bárust seint). Samanlagt hlutfall tveggja og þriggja ára fugla er um helmingur af veiði þegar stofnsamsetning er eðlileg (7. mynd).

(B) PYSJUMERKINGAR

Viðkoma var næstum engin í Vestmannaeyjum 2013 (2. mynd), og aðeins var komið með 30 pysjur á Fiskasafn Vestmannaeyja. Frestað var að setja upp safngildru fyrir Stórhöfða til næsta árs og engar bæjarpysjur merktar.

(3) MÆLING LÍFTÖLU 1959-2005

Hálfván H. Helgason gat ekki tekið að sér þessa útreikninga eins upphaflega var gert ráð fyrir. Útreikningur líftölu með Brownie líkani í forritinu MARK verða því gerðir í vor. Niðurstöður verða náttúrlegar og veiðidánartölur, en það sem er jafnvel mikilvægara, er hvort dánar- eða líftölur eru aldurs- eða tímaháðar eða ekki. Eru þessar niðurstöður hagnýtar í sjálfu sér og verða hagnýttar við hönnun IPM líkans („*Integrated Population Modelling*“, 19. mynd), en eftir verulega heimildavinnu er ljóst að fyrir þessi gögn er þessi aðferðafræði öflugasta úrvinnsla sem völ er á (Marc Kéry og Michael Schaub, 2012). Þessi aðferðafræði ný og afsprengi byltingar í tölfræði sem kennd er við Bayes (sjá II. hluta), (S P Brooks, o.fl., 2004).

(4) KÖNNUN VETRARSTÖÐVA MEÐ HNATTRITUM

Veiðikortasjóður veitti styrk 2012 til kaupa á hnattritum í annarri umsókn: „*Farhættir og vetrarstöðvar íslenskra svartfugla.*“ Meðumsækjendur voru Þorkell Lindberg Þórarinsson verkefnisstjóri, og Böðvar Þórisson Náttúrustofu Vestfjarða.

Ritar voru settir á tíu varpfugla í Grímsey, Papey og Vestmannaeyjum í lok júní - byrjun júlí 2013 samhliða vettvangsvinnu við vöktun. Gerð verður tilraun til að ná ritunum aftur á álegutíma 2014 og hefur Náttúrustofa Norðurlands Eystra umsjón með aflestri og grunnúrvinnslu. Komið var á alþjóðlegu samstarfi undir stjórn Annette Fayet doktorsnema við Oxford háskóla sem mun taka upplýsingarnar um farhætti lunda saman í tímaritsgrein ásamt samskonar upplýsingum frá öðrum löndum. Gögnum verður hlaðið af ritunum, tekin verða blóð og fjaðrasýni til samsætugreininga á kolefni og nitri (sjá II. hluta) og ritar settir aftur á.

II. FRAMVINDA FRÁ FYRRI ÁRUM

(1) SAMSÆTUMÆLINGAR $\delta^{13}\text{C}$ & $\delta^{15}\text{N}$

Undanfarna tvo áratugi hefur hlutfallslegur styrkur stöðugrar ^{15}N samsætu niturs verið notaður til að mæla meðalfæðuþrep fæðu sjófugla og byggir á hlutfallslegri styrkukningu með hækkandi fæðuþrepi. Hlutfallslegur styrkur ^{13}C samsætu kolefnis endurspeglar aftur hlutdeild inn- eða úthafs fæðuvefja (Keith A Hobson, 1993, Keith A Hobson, o.fl., 2002, Keith A Hobson, o.fl., 1994, P. J. Hodum og K. A. Hobson, 2000).

Þessari aðferðafræði var beitt hérlendis til að bera saman fæðuþrep sumarfæðu sex sjófuglategunda, þ.m.t. lunda milli norður- og suðurlands 1994-95 (David R Thompson, o.fl., 1999) og þar með lagður grunnur að slíkum rannsóknum hérlendis. Með vali á vefjum er einnig hægt að skoða samsætusamsetningu á ákveðnum árstímum (Yves Cherel, o.fl., 2000, David R Thompson og Robert W Furness, 1995). Fyrirgugaður er samanburður á fæðu lunda að sumar og vetrarlagi, fyrir (sumar eingöngu) og eftir stofnhrun sandsílis árið 2005.

Rannsóknaspurningar

- (1) Breytist meðalfæðuþrep sumarfæðu norðan- og sunnanlands úr „góðu“ árferði (David R Thompson, o.fl., 1999) í „slæmt“ árferði sunnanlands (þessi rannsókn)?
- (2) Er munur á meðalfæðuþrepi ungapæðu og foreldra fæðuskortsárin 2007 og 2012 í Eyjum?
- (3) Er breytileiki í samsætustyrk milli handflugfjæðra: P1, P4, P7 og P10 sem vaxa að vetrarlagi? Endurspeglar val á handflugfjöldur vetrarfæðusamsetningu?
- (4) Er munur á fæðuvali varpfugla á vetrarslóð eftir varpstað (Eyjar vs. Grímsey), sem er vísbending um mismunandi vetrarstöðvar?
- (5) Er áramunur á meðalfæðuþrepi varpfugla úr Vestmannaeyjum?
- (6) Er munur á meðalfæðuþrepi varpfugla milli sumars- og vetrar (hjá fuglum úr Eyjum og Grímsey) eins og gerist í Nýfundnalandi (April Hedd, o.fl., 2010)?
- (7) Er munur á samsætustyrk Íslenskra varpfugla og Kanadískra (April Hedd, o.fl., 2010)?

Sýnataka & úrvinnsla

Tvö vefjasýni voru tekinn úr 10 varpfuglum (a.m.k. 2,5 nefskorur) úr veiði í Grímsey. Klipptur var 1 cm bútur af enda fjórðu handflugfjæðra (P4) sem vaxa að vetri og endurspeglar samsetningu vetrarfæðu, sem og bútur úr lifur (geymdur í isopropýl alkóhóli í 3 mánuði) sem endurspeglar

samsetningu sumarfæðu, sýnin voru þurrkuð 60°C í 48 klst. Í Vestmannaeyjum var safnað hliðstæðu setti sýna, en til viðbótar voru einnig tekin sýni af handflugfjöðrum P1, P7 og P10 hjá 5 fuglum.

Þar sem alkóhól getur haft áhrif á samsætusamsetningu kolefnis (L M Barrow, o.fl., 2008, S Kaehler og E A Pakhomov, 2001) voru tekin 10 fersk lifrarsýni úr sömu fuglunum úr Eyjum og þau þurrkuð við 60°C í 48 klst. Útbúinn var leiðréttingarstuðull sem notaður áð lifrarsýnin frá Grímsey og eru þau sýnd hér eftir leiðréttingu.

Tekin voru 13 fjaðrasýni úr pysjum frá Vestmannaeyjum (fjöldi í sviga) frá 2007 (5) og 2012 (8), sem og í Bjarnarey á Vopnafirði (4) frá 2008.

Rannsóknastofa við Boston háskóla undir stjórn Roberts Michener sá um samsætugreiningarnar. Niðurstöður samsætustyrks lágu fyrir í vor. Úrvinnsla stendur yfir og eru bráðabirgðaniðurstöður kynntar hér, en fyrirætlað er að taka saman þessar niðurstöður í handriti að tímaritsgrein næsta vetur auk niðurstaða á mælinga 30 sýna frá Breiðafirði 2012 (tíu P4 og lifrarsýnum úr varpfuglum frá auk fiðursýnum úr 10 ungum). Sýnatöku úr Breiðafjarðafuglunum er lokið en sótt er um samsætugreiningarkostnað hér sem er fyrirhugaður í vor.

Leiðrétt hefur verið fyrir „vefjabundna styrkukningu samsæta“ (VSS), en þessi leiðrétting er mismunandi milli tegunda og vefja og er stærsti einstaki óvissuþátturinn í samsæturannsóknum (Stuart Bearhop, o.fl., 2002). Svo vel vill til að tveir lundar hafa verið aldir á loðnu á fiskasafni Vestmannaeyja á þriðja ár og jafnframt hefur fjöðrum af þeim verið safnað. Þetta er einstakt tækifæri til að mæla VSS fyrir lundafjaðrir og krefst 6 mælinga á fjöðrum og 10 á loðnu sem sótt er um í þessari umsókn.

Fita hefur lægra kolefnisinnihald en prótein og er breytileg að magni, af þessum sökum eru sýni oft fituhreinsuð í 1:2 metanól: klóróform blöndu. Vel hefur hinsvegar reynt að leiðrétta fyrir fituinnihald stærðfræðilega (Mikko Kiljunen, o.fl., 2006, David M Post, o.fl., 2007). Best er að stilla slíka leiðréttingu af með ófituhreinsuðum og fituhreinsuðum sýnum úr sömu einstaklingum (John M Logan, o.fl., 2008). Þetta þarf að gera fyrir fjaðrasýni (10 sýni) og 10 lifrarsýni. Ekki hefur verið leiðrétt fyrir fitu (lípið) sem komið er.

Hægt er að áætla fæðusamsetningu með samsætusamsetningu ef fæða er þekkt og samsætusamsetning hennar. Nokkur reiknilíkön hafa verið brúkuð við þessa iðju og varð forritið SIAR fyrir valinu (Alexander L Bond og Antony W Diamond, 2011, Jonathan W Moore og Brice X Semmens, 2008, Andrew C Parnell, o.fl., 2010, D L Phillips og J W Gregg, 2001, 2003). Þetta er lokaskrefið í úrvinnslunni og bíður þess að milliskrefum sé fyrst lokið.

Bráðabirgðasvör við rannsóknaspurningum

(1) *Breytist meðalfæðuþrep sumarfæðu norðan- og sunnanlands úr „góðu“ árferði (1995) á sjávarkaldskeiði (David R Thompson, o.fl., 1999) í „slæmt“ árferði (2012) sunnanlandsá sjávarhlýskeyði (þessi rannsókn)?*

Já, styrkur kolefnis lækkar í Eyjum (sóttur lengra frá byggð) árið 2012 samanborið við árið 1995 en líklega er ekki marktækur munur á og breytingin ekki mikil (15. mynd). Þetta snýst við þegar Grímseyjarfuglarnir eru skoðaðir, kolefnisinnihald er lægra og fæða sótt nær landi árið 2012 en árið 1995. Niturgildi eru mjög svipuð milli tímabila innan svæða og fæðuþrep áþekkt, eyllítið herra norðanlands á báðum tímabilum.

(2) *Er munur á meðalfæðuþrepi ungapæðu og foreldra fæðuskortsárin 2007 og 2012 í Eyjum?*

Já, hér er töliverður og marktækur munur á styrk kolefnis. Pysjur í Eyjum fá fæðu sem aflað mun lengra frá varpinu en fæðu foreldra (15. mynd). Pysjusýni frá Bjarnarey á Vopnafirði árið 2008 hafa enn lægri styrk ^{13}C , en þessar pysjur voru hordauðar og afföll mikil þetta ár.

(3) *Er breytileiki í samsætustyrk milli handflugfjaðra: P1, P4, P7 og P10?*

Nei, bæði styrkur ^{15}N (16. Mynd) og ^{13}C (17. mynd) er mjög áþekkur milli fjaðra, utan tveggja fugla frá Grímsey sem skera sig frá hinum fuglunum með háum ^{13}C gildum. Ekki er ljóst hvort um sýnarugling eða raunverulega mun er að ræða. Allar handflugfjaðrir vaxa meðan fæðu með samskonar samsætusamsetningu er neytt, sem styður að þær séu felldar á stuttum tíma og lundi sé því ófleygur á meðan eins og aðrir svartfuglar (Michael P Harris og R F Yule, 1977).

(4) *Er munur á meðalfæðuþrepi varpfugla milli sumars- og vetrar?*

Já, fæðuþrep (^{15}N) er eilítið lægra að vetri en á sumrin, en fjarlægð á fæðumið mun lengri (lægra ^{13}C) eins og búast má við þegar fuglar hafa vetrardvöl langt frá landi. Athygli vekur að fæðuþrep fugla úr Grímsey og Eyjum er það sama og ómarktækur munur á ^{13}C styrk, sem túlkast þannig að fuglar frá þessum vörpum eru að éta svipaða fæðu, en fuglar úr Grímsey etv. aðeins lengra frá landi en Eyjafuglar.

(5) *Er munur á fæðuvali varpfugla á vetrarslóð eftir varpstað (Eyjar vs. Grímsey)?*

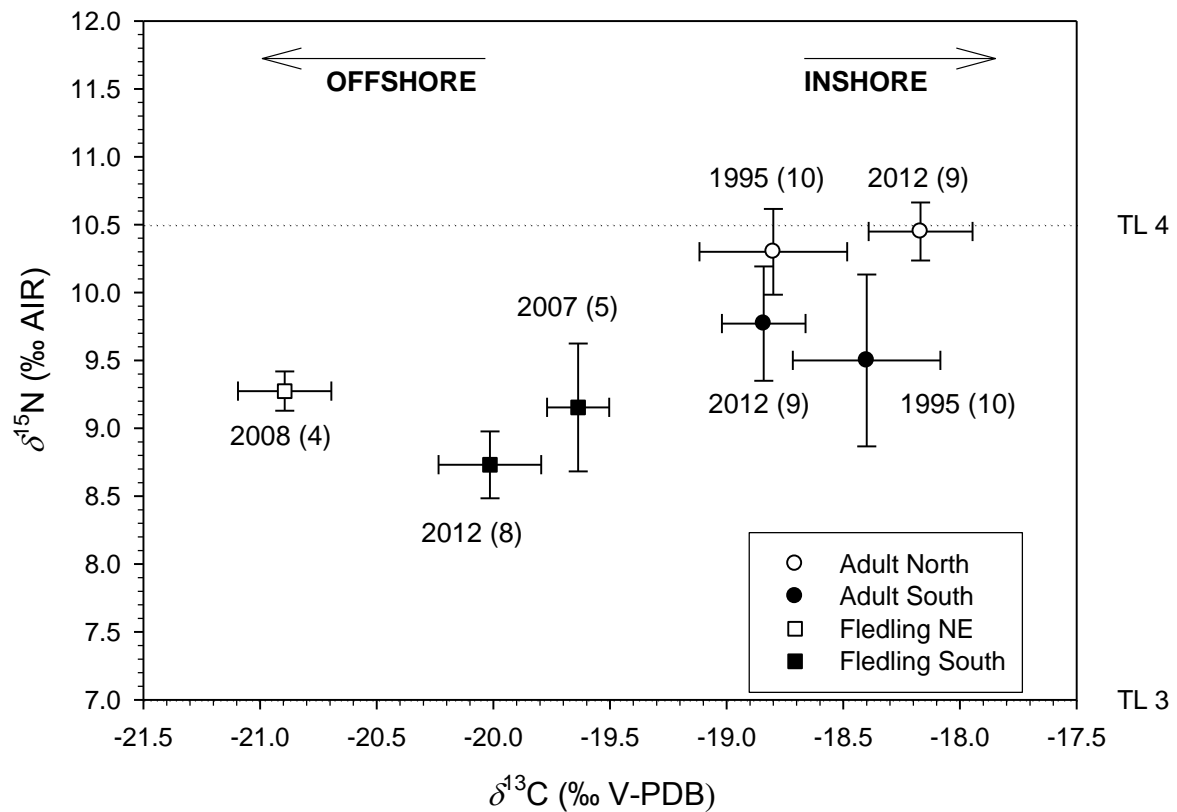
Nei, ^{15}N styrkur er nákvæmlega eins og ^{13}C ómarktækt frábrugðin. Eftir á að reikna fæðusamsetningarlíkön sem munu kveða upp endanlegan dóm um hvort og hve mikill munurinn er.

(6) *Er áramunur á meðalfæðuþrepi varpfugla úr Vestmannaeyjum?*

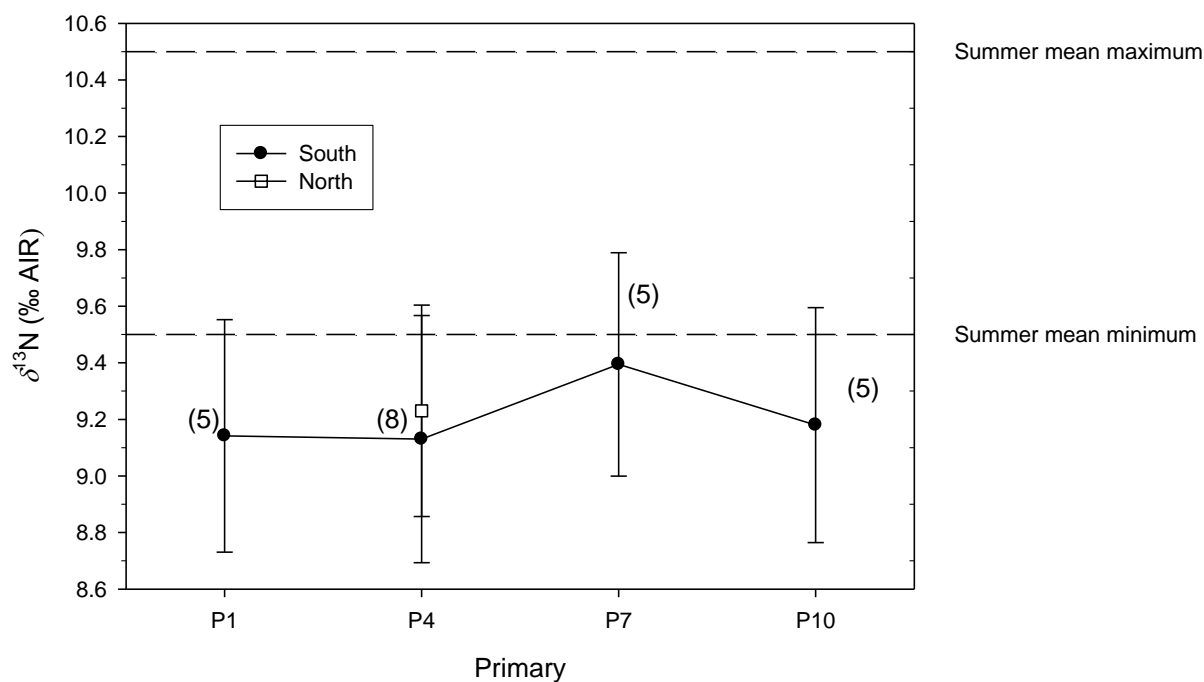
Safnað verður sýnum með hnattrita úr fuglum í álegu 2014 og þessari spurningu svarað.

(7) Er munur á samsætustyrk íslenskra varpfugla og kanadískra?

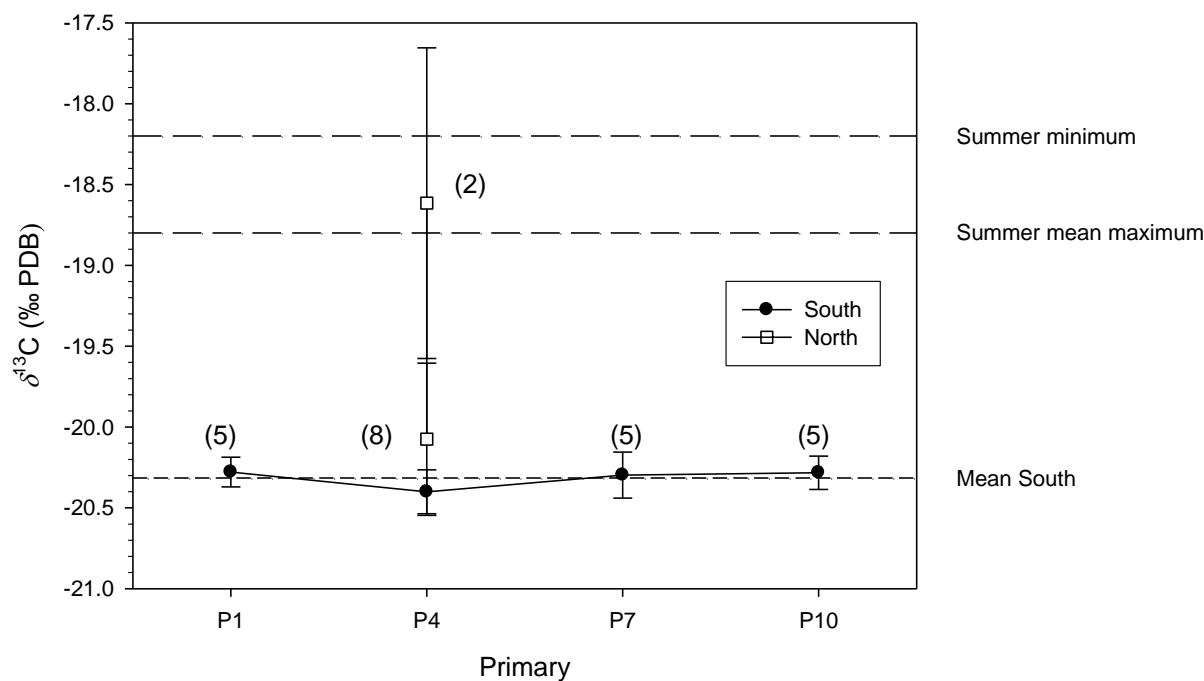
Samanburður milli landa byggir á þekkingu á náttúrlegum styrk og útbreiðslu samsætanna en nýlegar samantektir gera þetta mögulegt (Brittany Graham, o.fl., 2010, Kelton W McMahon, o.fl., 2013).



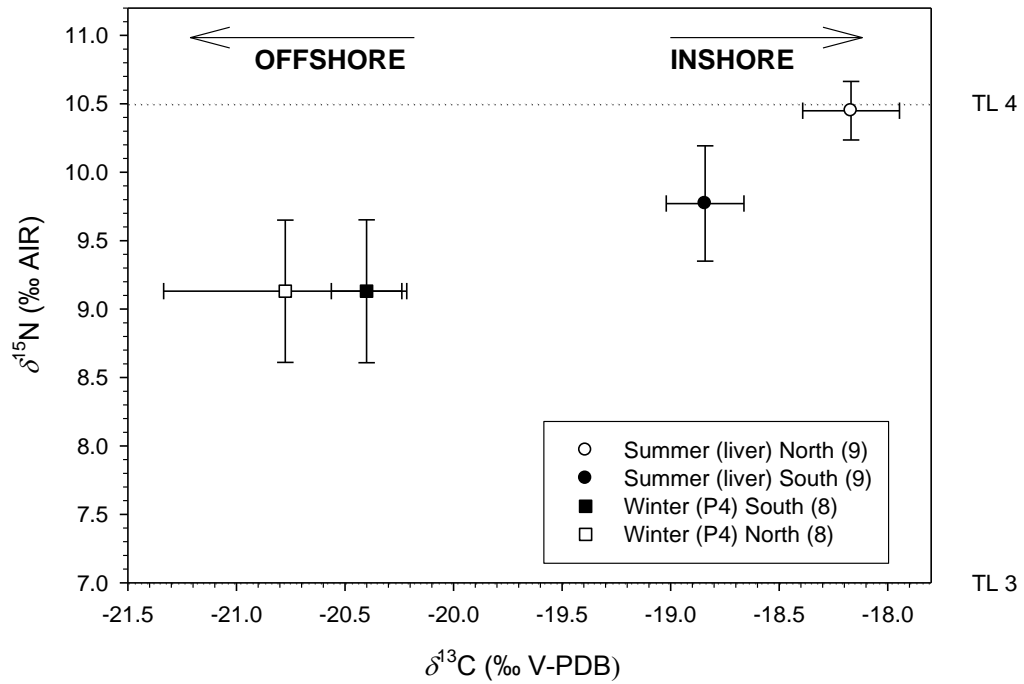
15. mynd. Styrkir samsætna að sumarlagi í varpfuglum og ungum í Vestmannaeyjum, Grímsey og Bjarnarey á Vopnafirði. Leiðrétt er fyrir vefjabundna styrkukningu samsætna en ekki fyrir lípíðainnihaldi (er í vinnslu).



16. mynd. Styrkur¹⁵N samsætu í fjórum handflugfjöðrum frá Grímsey og Vestmannaeyjum. Leiðrétt er fyrir vefjabundna styrkukningu samsætna en ekki lípíða innihaldi (er í vinnslu).



17. mynd. Styrkur¹³C samsætu í fjórum handflugfjöðrum frá Grímsey og Vestmannaeyjum. Leiðrétt er fyrir vefjabundna styrkukningu samsætna en ekki lípíðainnihaldi (er í vinnslu).

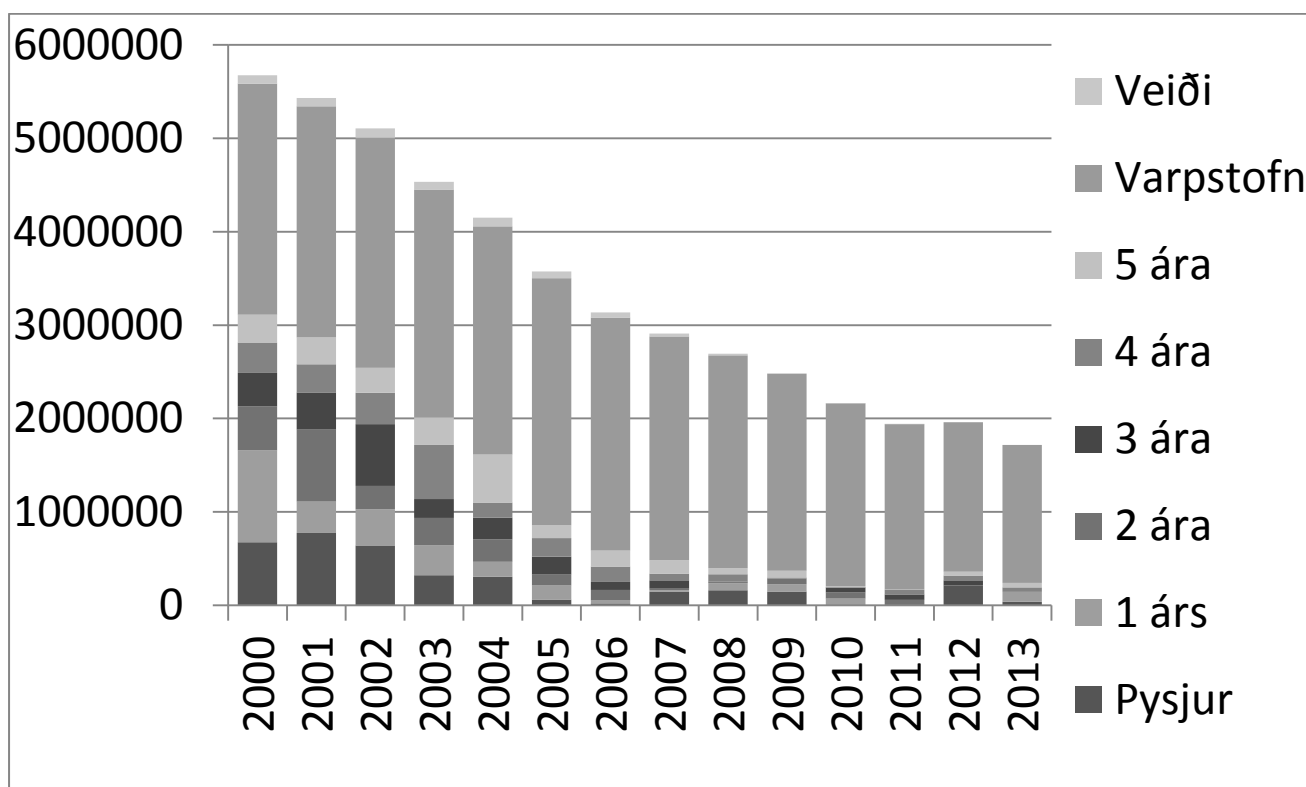


18. mynd. Styrkur ^{15}N og ^{13}C varpflugla úr Grímsey og Vestmannaeyjum að vetri og á varptíma, leiðrétt er fyrir vefjabundna styrkukningu samsætna en ekki lípíða innihaldi (er í vinnslu).

(2) LÝÐFRÆÐI LUNDASTOFNS VESTMANNAEYJA

(A) STOFNLÍKAN MEÐ LESLIE-FYLKI

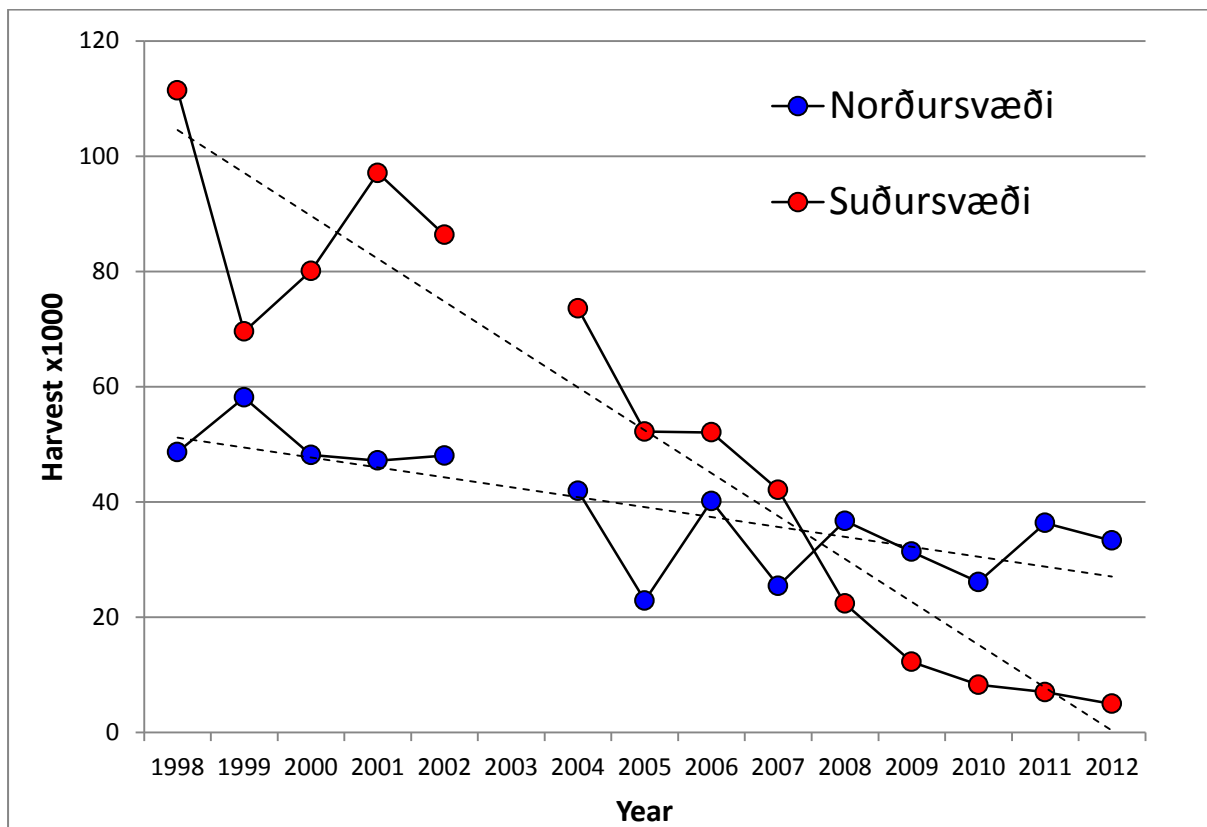
Sett var saman Leslie-fylki (sjá „Viðauka 1.) fyrir Vestmannaeyjar síðustu þrettán ár. Fylkið reiknar úr stærð og breytingar á árgöngum vegna náttúrlegs dauða, veiði og viðkomu (19. mynd). Árin 2003 og 2004 er viðkoma aðeins um helmingur af því sem hún var í 30 ár þar á undan (sjá „pysjuvísitölu, P-index“). Viðkoma hefur verið lítil frá árinu 2005 og þrisvar enginn (árin 2010, 2011 og 2013). Þessu 11 ára tímabili er best lýst sem stofnhruni þar sem nánast allur geldfuglastofninn þurrkast út. Geldfuglar telja um helming stofnsins að gefinni jafnri aldursdreifingu (Stable Age Distribution). Með þessu áframhaldi minnkar varpstofn um það bil um náttúrulega dánartölu varpfugla sem er um 10% á ári að frádreginni lítilli nýliðun. Um 40% lundastofnsins verpur í Vestmannaeyjum og 35% til viðbótar á suðursvæðinu. Þetta ástand hefur verið á suðursvæðinu a.m.k. frá 2010 og líklega fyrr, og má ætla að þetta gildi um stærsti hluta ungfuglastofnsins þar.



19. mynd. Niðurstöður úr Leslie stofnlíkani fyrir Vestmannaeyjar 2000-2013. Notaðar eru beinar mælingar á viðkomu 2007-2013, en viðkomuvísitala (P-index) 2000-2006. Dánartölum er haldið föstum (Viðauki 1), veiði er dregin frá aldursþópum eftir meðalhlutdeild í veiði (sjá 7. mynd), stærð varpstofns var sett 830.000 pör árið 2010 (Erpur Snær Hansen, o.fl., 2011) og jöfn aldursdreifing sett árið 2000.

Lundaveiði samkvæmt veiðiskýrslum til Umhverfisstofnunar var tekin saman fyrir norður- og suðursvæðin (20. mynd). Hafa skal í huga að veiðitölur frá Vestmannaeyjum eru ekki leiðréttar hér en þær eru um helmingi hærri. Veiðin hefur farið minnkandi samfellt á suðursvæði frá árinu 2001. Rétt er að benda á að árið 1998 var mesta veiðiár í Vestmannaeyjum á tuttugustu öldinni. Veiðitölur suðursvæðis virðast endurspegla þökkalega niðurstöður Leslie-stofnlíkansins.

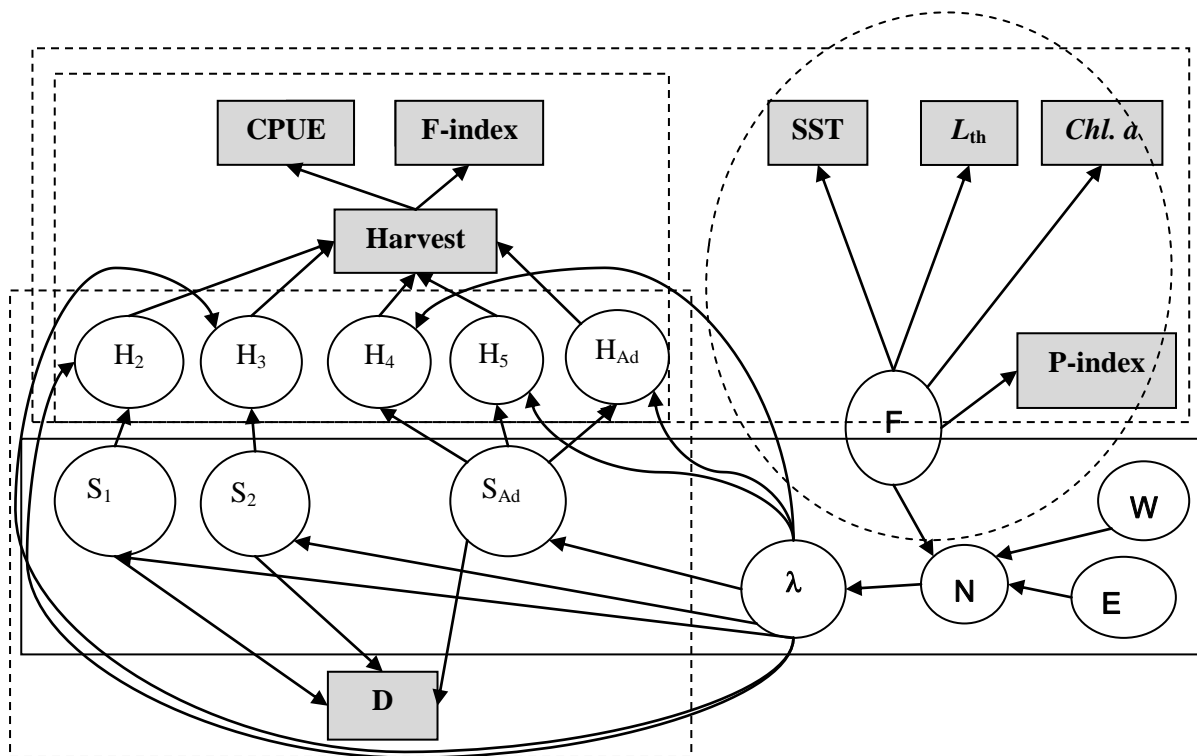
Athygli vekur að meðalveiði á norðursvæði minnkar um 34.7% milli tímabilana 1998-2002 og 2004-2012 (20. mynd). Viðkoma hefur verið þar „eðlileg“ frá árinu 2010 samkvæmt beinum mælingum (2. mynd) og samkvæmt aldurshlutföllum veiði frá árinu 2007 (10. Mynd). Nærtækasta skýringartilgátan er sú að veiðin hafi minnkað sem nemi fyrri hlutdeild geldfugla frá suðursvæðinu, en merkingar sýna að geldfuglar flakka milli landshluta (óútfegin gögn á Náttúrufræðistofnun Íslands). Á tímabilinu 1960-2007 var metið að meðaltali flyttu 30.7% ungfugla burt frá Vestmannaeyjum og settust að annarstaðar (Hálfván Helgi Helgason, 2012).



20. mynd. Samanburður veiði á norður- og suðursvæðum samkvæmt veiðitölum frá Umhverfisstofnun.

(B) IPM STOFNLÍKAN

IPM eða „Integrated Population Model“ felur í sér sameiginlega lausn tveggja eða fleiri líkindalíkana um lýðfræðilegar breytur sem eiga sér sameiginlega breytur. Á mjög einfaldaðan hátt er þannig hægt að reikna út margar breytur samtímis (og breytileika þeirra) og hagnýta sér samlegðaráhrif allra upplýsinga (S P Brooks, o.fl., 2004, Michael Schaub og Fitsum Abadi, 2011). Grunneining IPM-líkansins er Leslie-fylki (Viðauki 1), en í öllum líkönum eru gildi breytna metin eftir því hversu vel þær lýsa gögnunum sjálfum. Fyrsta uppkast af líkaninu er sýnt á 19. mynd. Líkanið verður þróað í samvinnu við Birgir Hrafnkelsson dósent í tölfraði við Háskóla Íslands sem hefur samþykkt að veita ráðgjöf um þessa úrvinnslu. Hafinn er samvinna um þetta líkan og leitað verður eftir frekari samvinnu.



21. mynd. Yfirlit af uppkasti af IPM líkani sem sameinar Leslie fylki sem grunnlíkan (heill rammi) og fjögur undirlíkön (brotnar línur): veiðilíkan ($Harvest$); merkingalíkan (D); umhverfisungaframléiðslulíkan (sporaskja) og veiði-umhverfislíkan. Gráir kassar tákna tiltæk gögn en hringir parametra. $CPUE$: veiði á sóknareiningu, $F\text{-index}$: fæðuvísitala, $Harvest$: veiði, H_2 veiði 2-ára fugla, H_2 veiði 2-ára fugla, H_3 veiði 3-ára fugla, H_4 veiði 4-ára fugla, H_5 veiði 5-ára fugla, H_{Ad} veiði varpfugla (6+ ára fugla), D : merkingagögn (daudaaldur, fjöldi merktra og endurheimta), SST : sjávaryfirborðshiti, L_{th} stærðarþröskuldur síla, $Chl. a.$: blaðgrænustyrkur, $P\text{-index}$: pysjuvísitala, F : viðkoma, λ : stofnvöxtur, N : stofnstærð, W : innflutningur, E : útflutningur.

Sem frumnálgun er hugmyndin að reyna að skýra hvað veiði segir um stofnbreytingar á tímabilinu 1971-2013 en mest af gögnum eru til frá þessu tímabili, sérstaklega þó merkingagögnin. Þær niðurstöður munu vonandi leiða í ljós hlutdeild mismunandi lýðþátta og umhverfisbreytinga (SST, L_{th} , *Chl. a*) á þessu stofnaukningartímabili sem svo endar í samfelldum viðkomubresti.

Annar áfangi felur í sér skoðun á breytingum í veiðimagni samhliða umhverfisbreytingum frá árinu 1880-1970.

Veiði ræðst af fimm meginþáttum. (1) Sóknarþunga. (2) Fyrri viðkomu og þannig stærð árganga geldstofns (2-5 ára). (3) Viðveru eða veiðanleika veiðistofns sem hugsanlega stjórnast af fæðuframboði/umhverfisþáttum. (4) Mismun á inn- og útflutningi ungfugla. (5) Breytingum á dánartölum. Óskaniðurstaðan er að veiði endurspegli að mestu leyti viðkomu. Ljóst er hinsvegar að veiði er meiri í árum þegar fæðuvísitala (F-index) er há, og öfugt, sem styður þá hugmynd að veiðanleiki ungfugla ráðist að einhverju leyti af fæðumagni við Eyjar (30. mynd).

Hér á eftir eru tekin saman öll fyrirbyggjandi gögn sem fyrirhugað er að nota í líkaninu.

(C) SAMANTEKT LUNDAVEIÐI 1855-2013

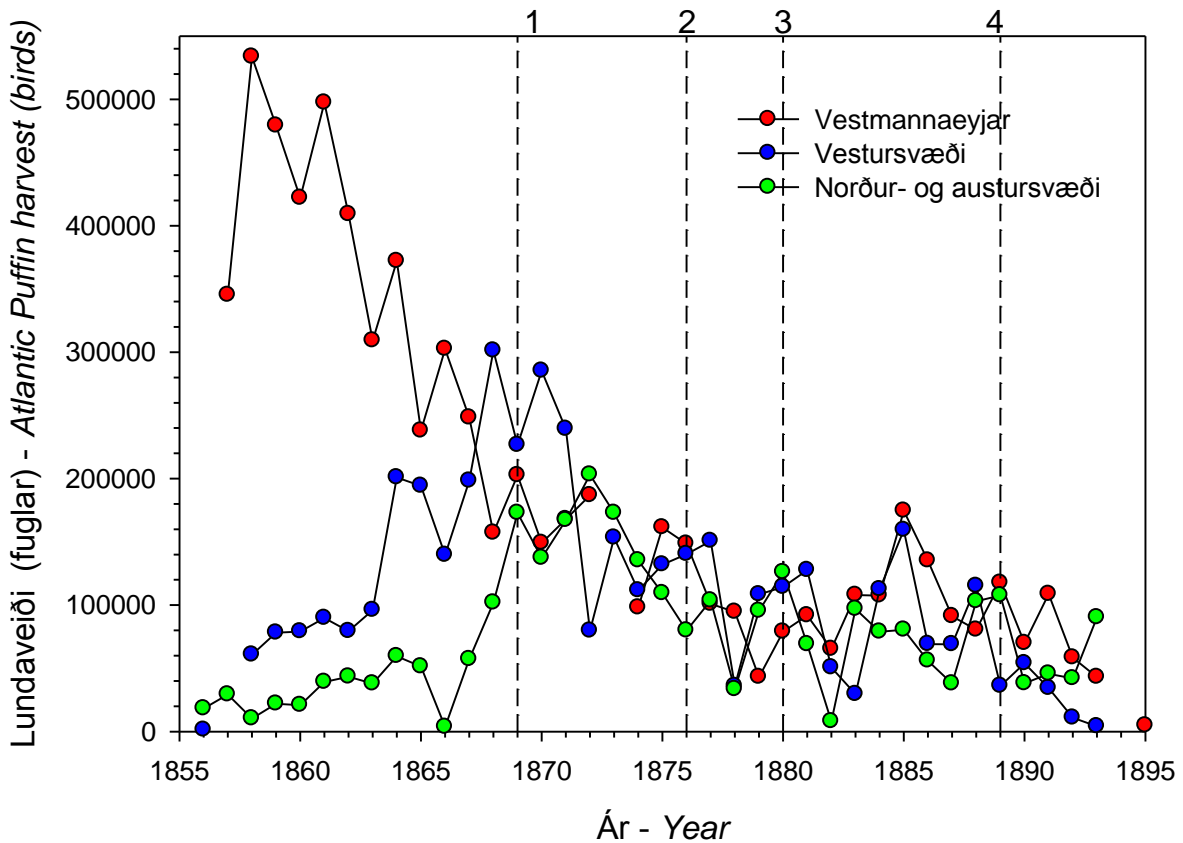
Hér er tekin saman lundaveiði á landsvísu 1855-2013 eða síðustu 159 ár. Veiðinni er skipt upp í fimm tímabil eftir veiðiaðferðum, uppruna og úrvinnslu gagna. Mögulega leynast frekari upplýsingar enn lengra aftur í tímann í gömlum skjalasöfnum og bókhaldi kaupmanna sem fiðurútlutningstölur. Fyrirhugað er að kanna þessa heimildir á Þjóðskjalasafni við fyrsta tækifæri.

1. Tímabil: 1857-1879

Útgefnar veiðitölur í Skýrslum um landshagi og í Stjórnartíðindum, C-deild (Anon, 1858-1875, 1882-1898) voru teknar saman og eru sýndar óleiðréttar á 19. mynd. Reyndar eru þessar veiðitölur byggðar á fiðurútlutningi (í pundum) en 20 lundar voru í pundi fiðurs og þannig öllum fiðurtölum breytt í einstaklingsfjölda fram til síðustu fiðurtölu árið 1895 (Árni Árnason, 2012).

Ríkjandi veiðiaðferð á þessum tíma brúkaði grefla sem voru goggar og voru oftast ungi en sjaldnar varpfluglar kræktir út úr holunum, stundum eftir gerð afholu til að komast að fuglinum. Þessi veiðiaðferð er aldagömul og mögulega allt frá landnámi. Auk þessa voru notaðar snörur úr hrosshári sem voru festar á smáfjalir sem festar voru niður og nefdust hjálmar.

Vestmannaeyingar hefja netaveiði milli 1840 og 1850. Þetta var ekki í fyrsta sinn sem netum var beitt héraðs til lundaveiða en Sveinn Pálsson getur þessarar aðferðar í Viðey á Kollafirði um 1793 (Sveinn Pálsson, 1945). Hinsvegar varð þetta að mesta veiðiátaki á lunda í sögunni. Er þessar tölur teknar hér saman í heild í fyrsta sinn að við best vitum. Geysilegt magn var veitt og fór veiðin rénandi innan fárra ára þar til hún var bönnuð árið 1869, en þá höfðu verið veiddar 4,6 milljónir fuglar á 14 árum! Hinsvegar er okkur ókunnugt um heimildir um netaveiði úr öðrum landshlutum. Glögg kemur þó í ljós þegar veiðitölur frá Vestursvæði (Faxaflóa og Breiðafirði) og Norður- og austurlandi eru skoðaðar að einungis netaveiði getur skýrt þreföldun í veiði yfir fjögurra- og fimm ára tímabili (19. mynd), á báðum svæðum fór veiði rénandi innan nokkurra ára.



22. mynd. Lundaveiði eftir landsvæðum á Íslandi 1855-1895 samkvæmt Skýrslum um landshagi I-V og Stjórnartíðindum, C-deild (Anon, 1858-1875, 1882-1898). Greflaveiði (goggar) á ungum var ríkjandi veiðiaðferð á landsvísu þar til netaveiði á varpfuglum hófst í Vestmannaeyjum uppúr 1840. Á vestursvæði (Faxaflóa og Breiðafirði) eykst veiði hratt frá árinu 1864 og á norður- og austurlandi frá árinu 1867. Á fjórum og fimm árum þrefaldast magn veiði á báðum svæðum sem skýrist aðeins með stórvirkri netaveiði. Númeraðar lóðréttar brotalínur sýna tímasetningu breytinga á veiðiháttum í Vestmannaeyjum: (1) Netaveiði bönnuð. (2) Háfaveiði hefst. (3) Háfaveiði yfirtekur greflaveiði. (4) Allar aðferðir bannaðar nema háfur.

2. Tímabil: 1880-1895

Háfaveiði hefst á Íslandi í Vestmanneyjum árið 1876 og er orðinn viðameiri en greflaveiði árið 1880 (Árni Árnason, 2012). Þetta er það ártal sem má kalla upphafsár háfaveiðinnar sem megin veiðiaðferðar. Þá eru liðin 11 ár frá netaveiðibanninu og áhrif netaveiða á stofninn dvínandi. Árið 1889 eru svo allar aðrar veiðiaðferðir aðrar en háfur bannaðar. Síðustu fiðurtölur eru frá 1893.

3. Tímabil: 1898-1942

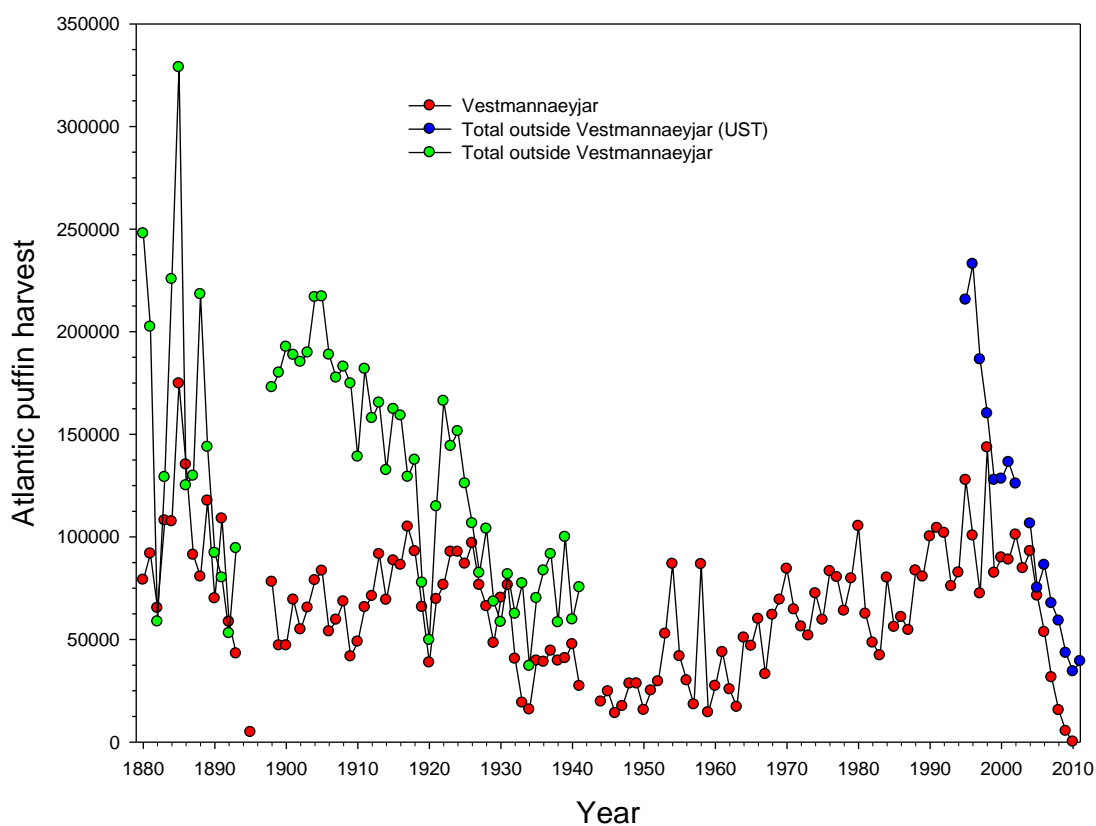
Veiðitölur úr Landhagskýrslum og hlunnindaskýrslum ná yfir þetta tímabil (Anon, 1899-1913, 1914-1944). Hefur verið áætlað af samtímamönnum að veiðitölur í þessum skýrslum séu vanmetnar um þriðjung heildarveiðinnar (Árni Árnason, 2012). Vel er þekkt að borgað var með hluta veiði fyrir leiguhlut landeigenda sem og ferðakostnað með veiði, veiðimenn og vistir, svokallaðan sókningskostnað (Árni Árnason, 2012). Þessi hlutkostnaður var ekki gefinn upp sem veiði til opinberra aðila heldur dreginn frá sem kostnaður. Þetta hlutfall var kannað með samanburði veiðihlutfalls í Álsey af heildarveiði milli fyrri og seinni hluta 20 aldar. Sex veiðitölur án frádráttar hlutkostnaðar eru til frá fyrri hluta 20. aldar eða frá árunum 1916, 1918, 1932, 1938, 1940, og 1941 (Árni Árnason, 2012) og var meðalhlutdeild þeirra af opinberi heildarveiði 21,9% (staðalfrávik 4,12%). Meðalhlutdeild Álseyjar af heildarveiði árin 1968-2008 var 16,1% (staðalfrávik 6,14%), en heildarveiði veiðifélagana var skráð á þessu tímabili. „Hlutdeild“ Álseyjar af heildarveiði á fyrri hluta 20. aldarinnar var því 5,8 prósentustigum hærrí en á seinni hlutanum sem fer nærri ágiskunum um að veiði hafi verið vantalinnt um þriðjung ($5,8/16,1 = 36\%$). Opinberar veiðitölur frá Vestmannaeyjum á árabílinu 1898-1942 voru margfaldaðar með stuðlinum 1,36 til leiðréttingar.

Rétt er að taka fram að fyrri hlýskeyð AMO-sveiflunar (Atlantic Multidecadal Oscillation) á 20. öldinni hefst milli 1920 og 1930 og samtímis verður helmings rénun í veiði (22. Mynd). Árni Árnason, fyrsti formaður Bjargveiðifélagsins Vestmannaeyja, gerir þessa rénun að sérstöku umfjöllunarefni og sýndist ástæðan helst felast í auknu dugleysi yngri kynslóðarinnar (Árni Árnason, 2012).

4. Tímabil: 1944-1968

Engar veiðitölur eru til fyrir árin 1942 og 1943 en Árni Árnason getur um almennan pysjudauða þessi ár. Þetta 15 ára tímabil er rýrast af gögnum og er eina óslitna gagnaröðin úr Álsey, veiðidagbækur úr Brandi hafa varðveist óslitið frá 1961, en árið 1967 er upphafsár dagbókar Ystakletts og Suðureyjar til viðbótar 1968.

Heildarveiði þetta tímabil var áætlað árlega með því að deila í árlega veiði í Álsey með meðalhlotdeild eyjarinnar í heildarveiði yfir tímabilið 1968-2008 þ.e. 0,161 og heildarveiði tímabílsins þannig reiknað.



23.

mynd. Lundaveiði í Vestmannaeyjum 1898-2013 (óútgefnar veiðidagbækur Bjargveiðifélaga Vestmannaeyja) og landsveiði utan Vestmannaeyja samkvæmt Landhagskýrslum og Fiski- og hlunnindaskýrslum 1898-1941 (Anon, 1899-1913, 1914-1944), og Veiðiskýrslum Umhverfisstofnunar 1996-2011 (www.ust.is).

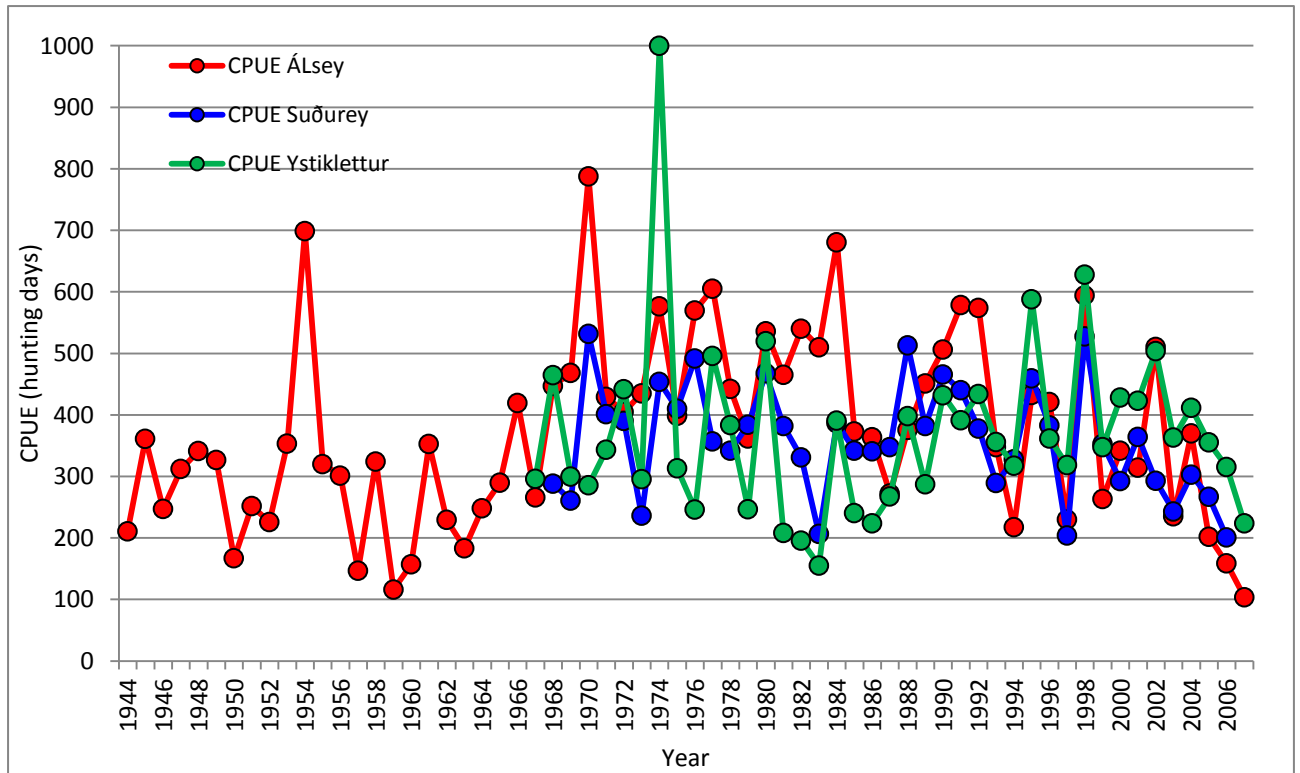
5. Tímabil: 1969-2013

Upplýsingar frá þessu tímabili eru viðamestar en jafnframt kaflaskiptastar. Ætlunin var að meta heildarveiði allra tímabila til að halda innra samræmi milli allra tímabila. Fáar veiðitölur (árin 1947-1951) eru til frá Heimalandinu (utan Ystakletts) og var veiði þar áætluð sem fast hlutfall 1,57 (S.F. 0,35) af veiði í Ystakletti. Til að lengja þær gagnaraðir sem með þurfti aftur til 1969 var notað forritið Trim v. 3.51 (J Pannekoek og A Van Strien, 2001) en tölfræðilega aðferðafræði er að finna í Ter Braak ofl. (1994). Sjá Viðauka 2.

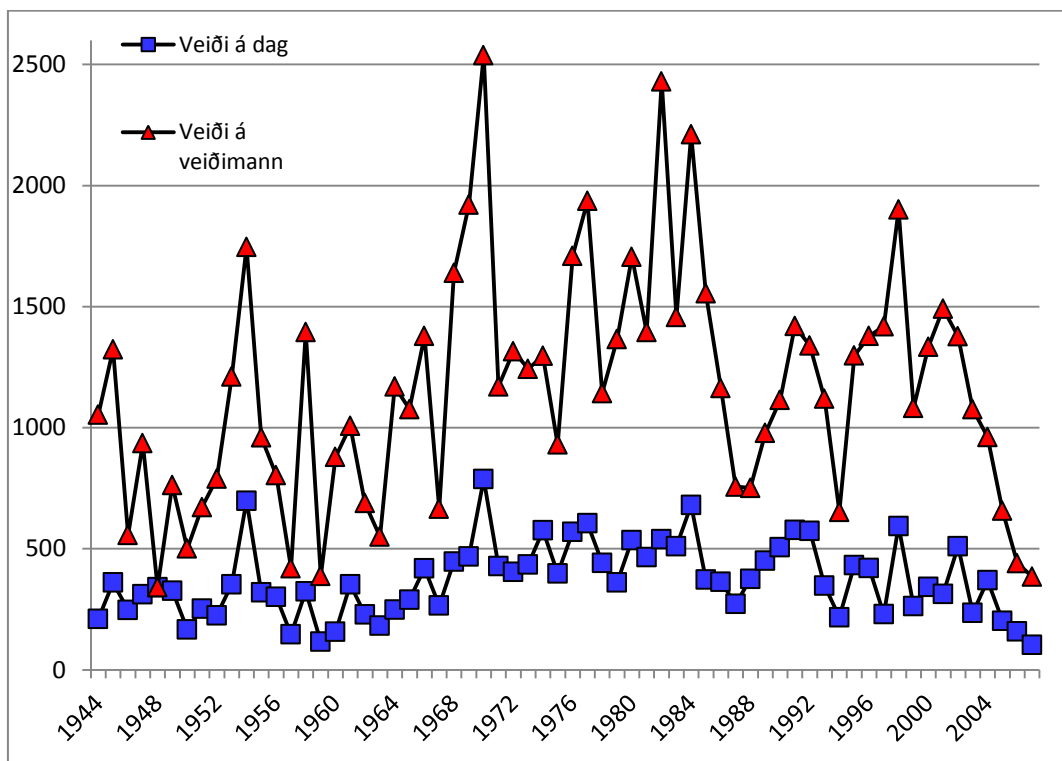
(D) SÓKNARÞUNGI VEIÐA (CPUE)

Þekking á sóknarþunga er grunnskilyrði fyrir annarri túlkun stofnbreytinga. Sóknarþungi hefur verið mældur á tvo vegu, með fjölda veiðidaga og fjölda veiðimanna. Teknar hafa verið saman þrjár sóknarþunga tímaraðir eftir síðari heimsstyrjöld (24. mynd). Aukning á dagveiði (heildarveiði/fjöldi veiðidaga) á sjöunda áratugunum sést greinilega í Álsejargögnunum sem er lengst þessara raða (25. mynd). Þar fara saman stofnaukning og kólnun sjávar en einnig er farið að nota háfa úr bambus sem eru 40% léttari en tréháfar. Sterkt samband er á milli meðalveiði á veiðimann og meðalveiði á veiðidag (26. mynd).

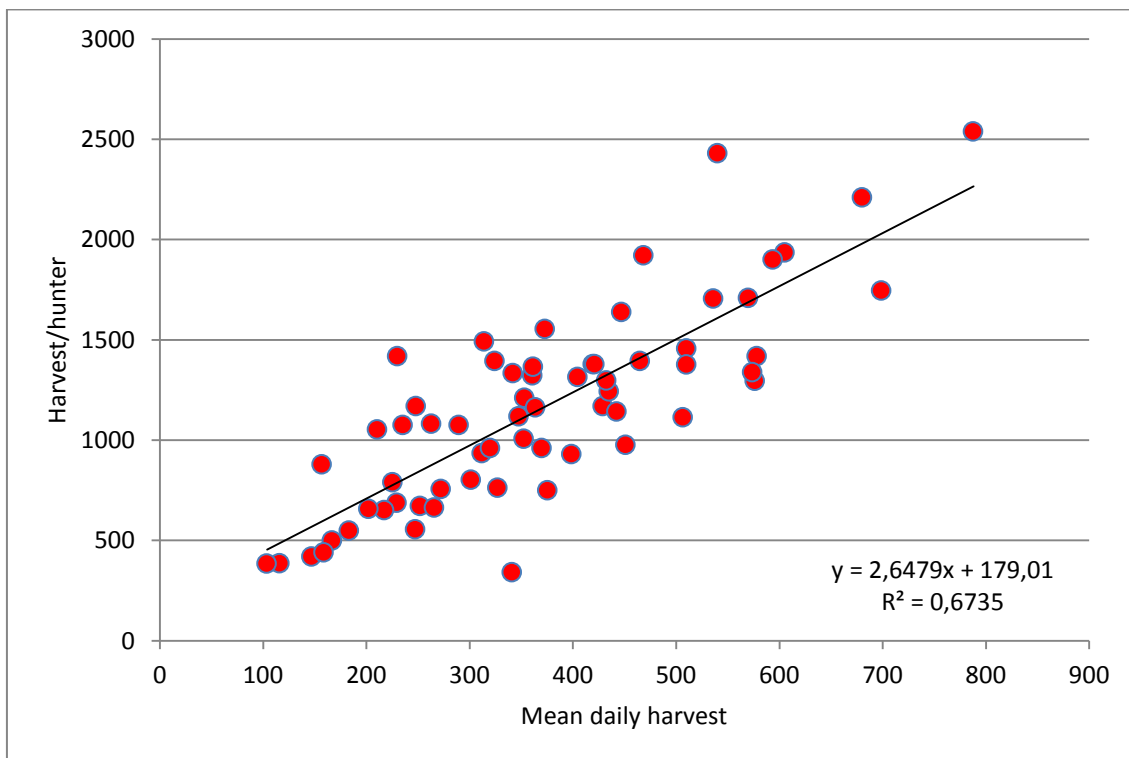
Við athuganir á skjalasafni Árna Árnasonar á Bókasafni Vestmannaeyja fundust veiðitúndir úr Elliðaey frá árunum 1910-1946 ættaðar frá Einari Einarssyni í Norðurgarði (20. mynd). Þessar túndir ásamt Álsejargögnum spanna 104 ára tímabil og eru mælikvarði á sóknarþunga samfellt frá árinu 1910 til 2013 (1. Tafla). Veiðitúndirnar úr Elliðaey virðast hærri en seinna á öldinni úr Álsey. Gestabækur eru til frá 1936 þannig að hægt er að rýna í fjölda veiðimanna og hugsanlega veiðidaga tímabilið 1936-1946 í Elliðaey. Einnig er fyrirhugað að rýna í þennan mismun með því að bera saman túndir í Elliðaey fyrir og eftir seinni heimsstyrjöldina.



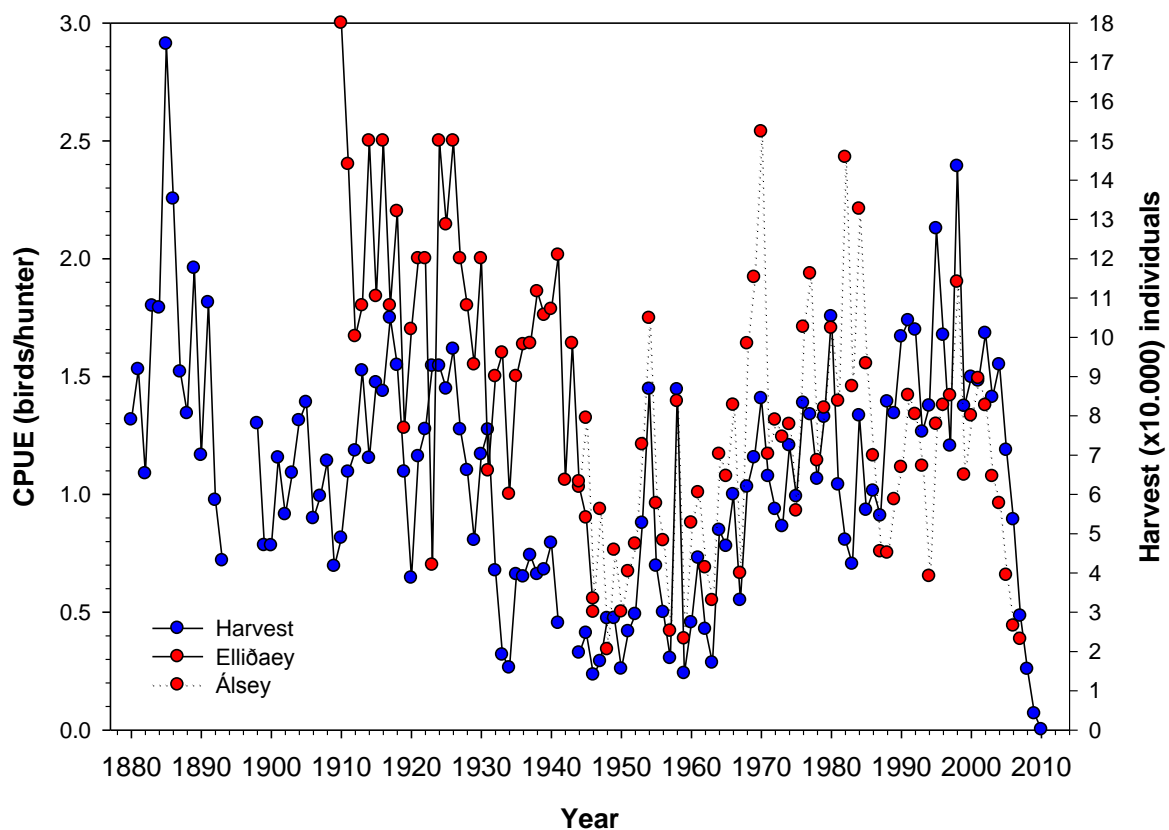
24. mynd. Veiði á veiðidag í Álsey (1944-2007), Suðurey (1968-2006), og Ystakletti (1968-2007), Vestmannaeyjum.



25. mynd. Sókn í Álsey 1944-2011, veiði á veiðimann og meðalveiði á dag.



26. mynd. Samband sóknareininga, veiði á veiðimann (tíund) og meðalveiði á dag í Álsey 1944-2011.



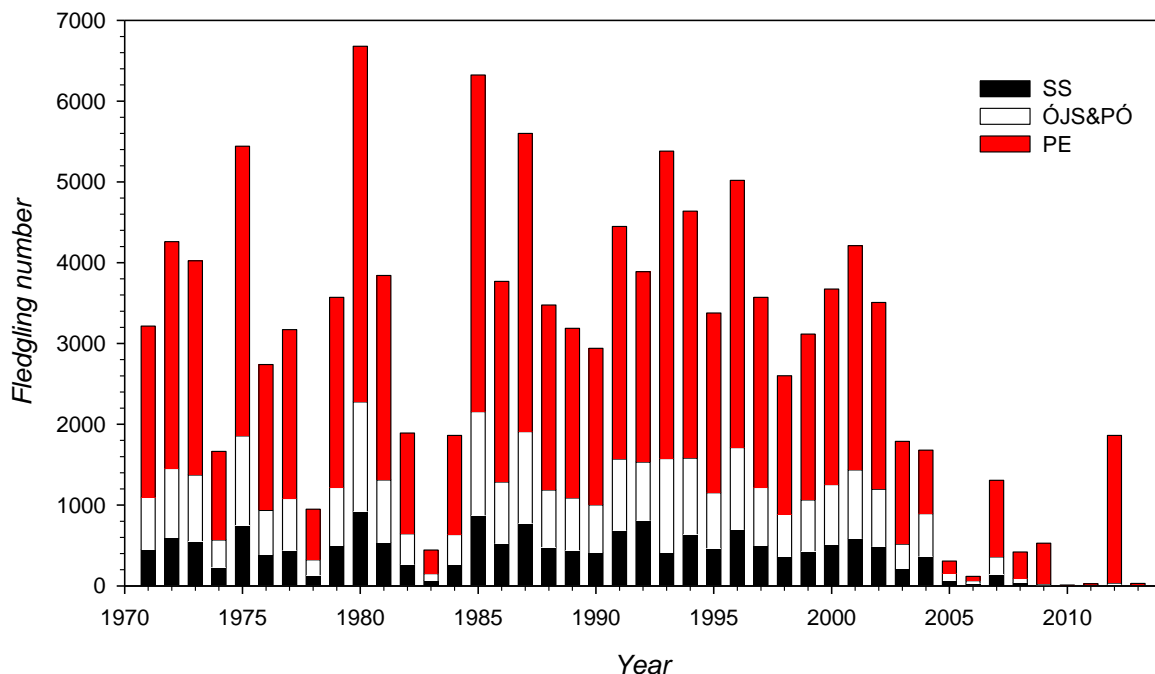
26. mynd. Heildarveiði í Vestmannaeyjum, veiði á veiðimann (tíund) í Elliðaey tímabilið 1910-1946 og Álsey 1944-2013.

1 Tafla. Gagnayfirlit um sóknarþunga. +: Gögn til, -: gögn ekki til, svigi vísar til þess að eftir á að slá inn gögn.

Byggð	Heildarveiði - tímabil	Fjöldi veiðidaga	Fjöldi veiðimanna
Álsey	1944-2013	+	+
Elliðaey - 1	1910-1946	(1936-1946)	(1936-1946))
Elliðaey - 2	1968-2013	(+)	(+)
Suðurey	1968-2013	+	(+)
Ystiklettur	1968-2013	+	+

(E) VIÐKOMUVÍSITALA (P-INDEX)

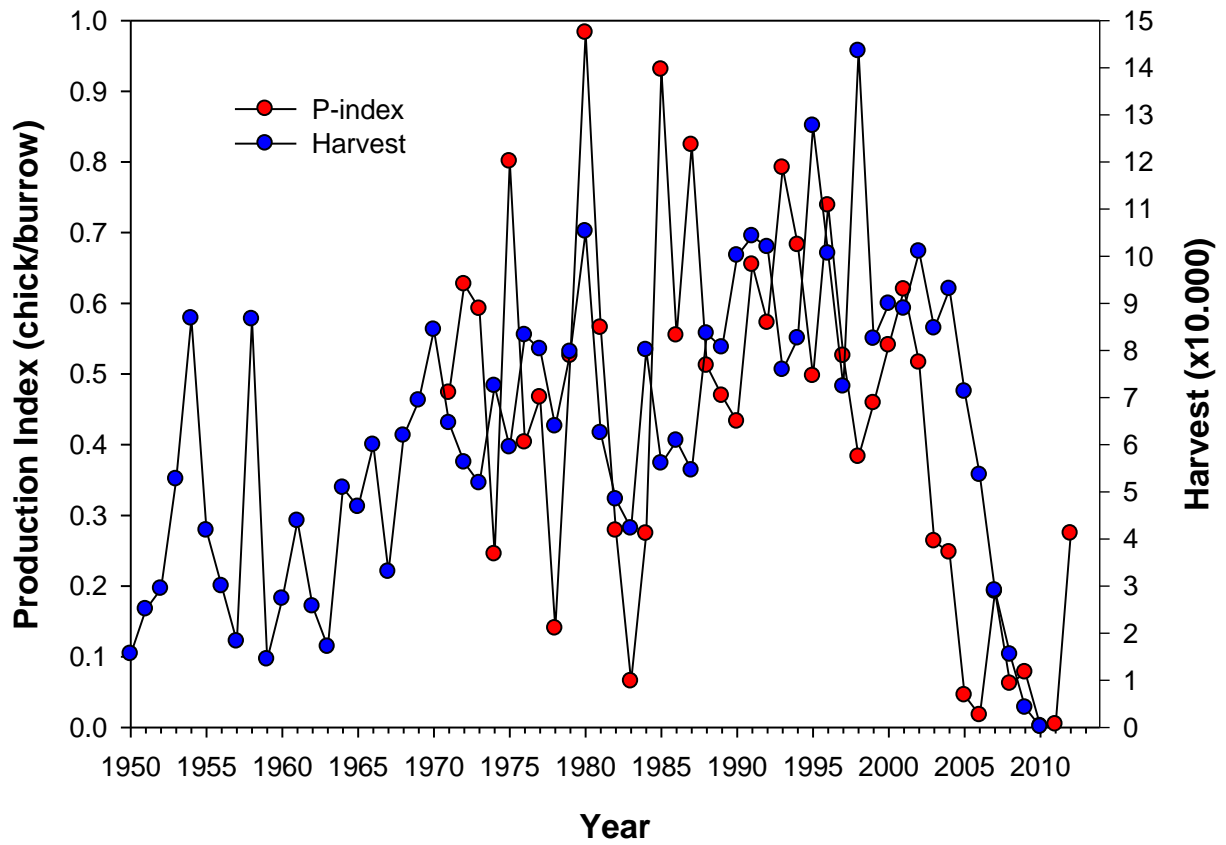
Að pysjudauðaárunum 1978 og 1983 slepptum var áætlaður árlegur meðalfjöldi pysja 3836 tímabilið 1971-2002 (27. mynd). Þar eru tekin saman þrjú gangasett, merkingagögn Sigurgeris Siðgurðssonar (SS) og vitavarðanna Óskars J. Sigurðssonar og Pálma Óskarssoar (ÓJS & PÓ), auk talna úr pysjueftirlitinu Brúsi Bjarngfasti (BB), (Kristján Lilliendahl, o.fl., 2013). Árin 2003 og 2004 var bæjarpysjufjöldi aðeins um helmingur meðaltals 1971-2002. Pysjudauði var áberandi árin 2005 og 2006, og bæjarpysjur aldrei verið færri utan áruna 1978 og 1983 sem eru verstu árin á skrá fyrir 2005. Aldurshlutföll í veiði (8. mynd) endurspeglar sömuleiðis litla viðkomu árin 2003 og 2004. Árið 2002 virðist vera síðasta árið þar sem viðkoma var innan hefðbundinna marka í þrjú áratugi.



27. mynd. Áætlaður árlegur fjöldi bæjarpysja í Vestmannaeyjabæ 1971-2013 (sjá texta).

Að því gefnu að pysjuleitarátak í Vestmannaeyjabæ hafi verið svipað milli ára má nota mat á árlegum bæjarpysjufjölda sem viðkomuvísitölu. Viðkomuvísitala sem liggur á milli 0 til 1 var reikuð með því margfalda árlegan pysjufjölda með umbreytistuðli og hefur einingar viðkomu (Fleygir ungar / varpholu). Umbreytistuðullinn var fenginn með því að deila í meðalviðkomu (0,56, varpárangur x 0,75 ábúðarhlutfall) árin 1972-1983 á Dun eyju í St. Kilda eyjaklasanum með meðalpysjufjölda í Vestmannaeyjabæ. Niðurstöður eru sýndar á 28. mynd ásamt heildarveiði. Þessi vísitala leyfir beina útreikninga (sjá 21. mynd) á stofnbreytingum (sjá: 19. mynd), en er einnig hagnýtt sem undirlíkan til

að bæta nákvæmni niðurstaðna IPM-líkansins. Viðkoma og árgangastærð eru á meðal beinna afurða IPM líkansins

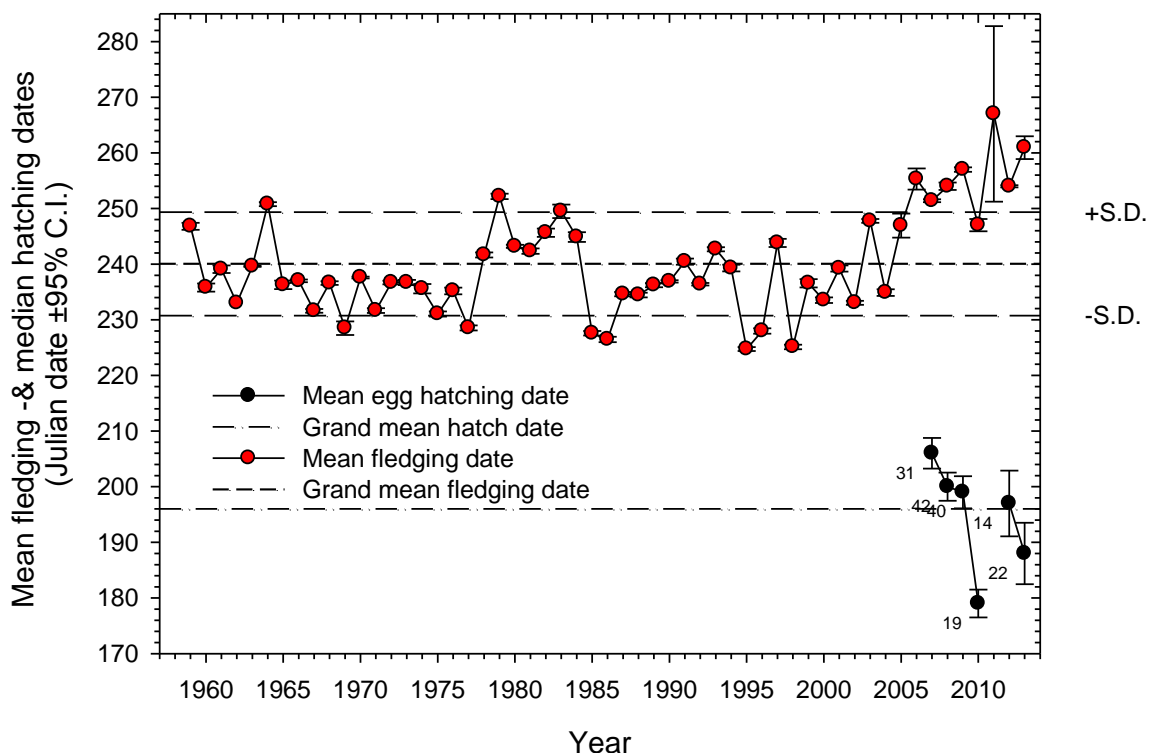


28. Mynd. Viðkomuvísitala - P-index (fleygar pysjur / varpholu) samanborið við lundaveiði í háf.

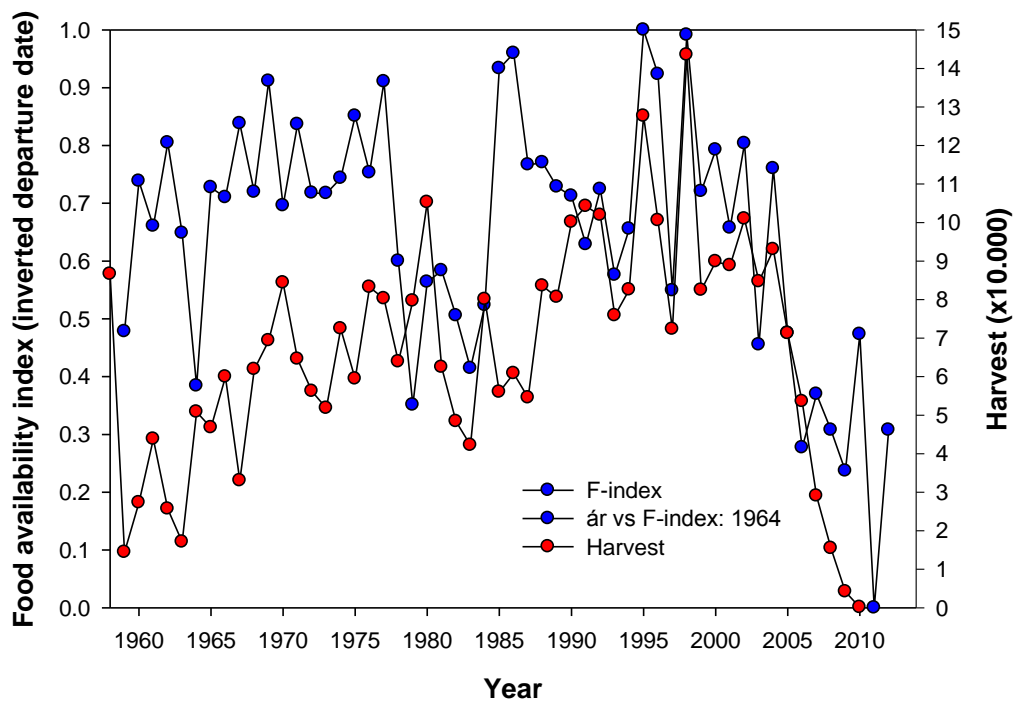
(F) FÆÐUVÍSITALA (F-INDEX)

Skipta má tímasetningu brottfarar bæjarpysja í tvö tímabil, fyrir og eftir árið 2006 (29. mynd). Fyrir árið 2006 eru einungis þrjú ár (1964, 1979 og 1983) yfir staðalfrávik frá meðaltali, en eftir árið 2006 hefur brottfarartími verið mjög síðbúinn öll árin fyrir utan 2010. Klaktími hefur verið nokkuð stöðugur í kring um miðjan júlí þegar „klakskekka“ er tekinn með í reikninginn. Þessi skekkja skapast þegar egg eru afrækt í miklum mæli og ágerist þegar líður á varptíma, en þá verða þekktar klaktímasetningar frekar bundnar við fyrri hluta varptímans.

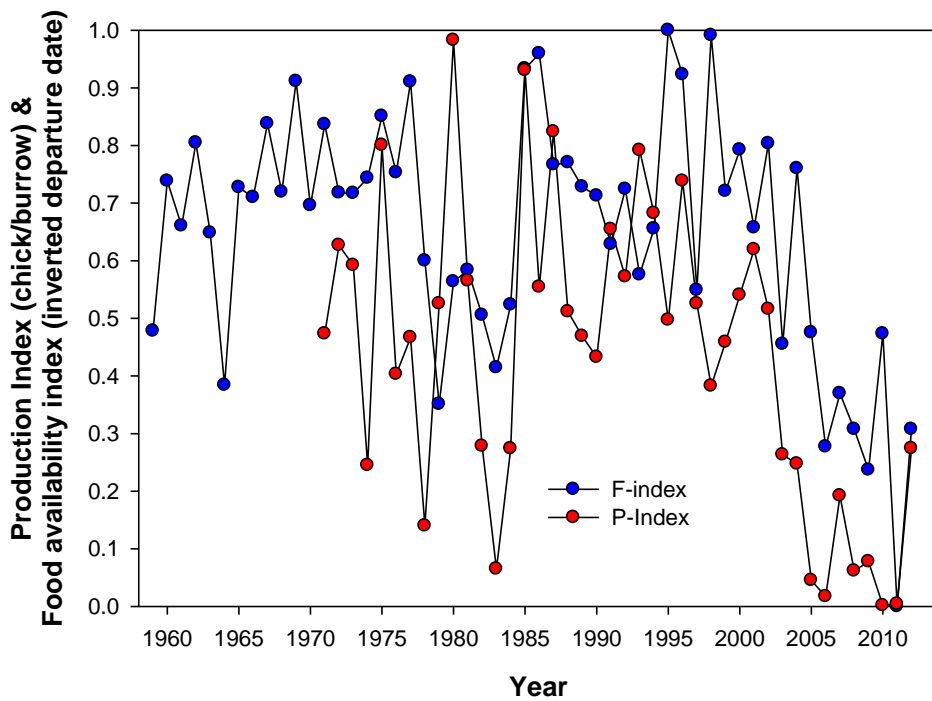
Seinkun brottflugs virðist endurspeglar lengri vaxtartíma pysja fremur en breytileika í varptíma (klaktíma) að teknu tilliti til klakarángurs. Pysjuvöxtur er háður fæðuframboði og byggir fæðuvísitala á þessu sambandi og er reiknuð árlega: $1 - ((\text{árlegur brottfarartími} - \text{lágmarks brottfarartími}) / \text{spönn brottfarartíma})$.



29. mynd. Meðalbrottfarartími bæjarpysja í Vestmannaeyjum ($\pm 95\%$ öryggismörk). Heildarmeðaltal (dagur 240 = 28. ágúst,) er sýnt með stuttri brotalínu og staðalfrávik þess með löngum brotalínunum. Einnig er sýndur meðalklaktími 2007-2013 (15. júlí) með punktstrikalínu. Um 80% eggja voru afrækt árið 2010, öll egg árið 2011, og um 90% eggja voru afrækt 2013.



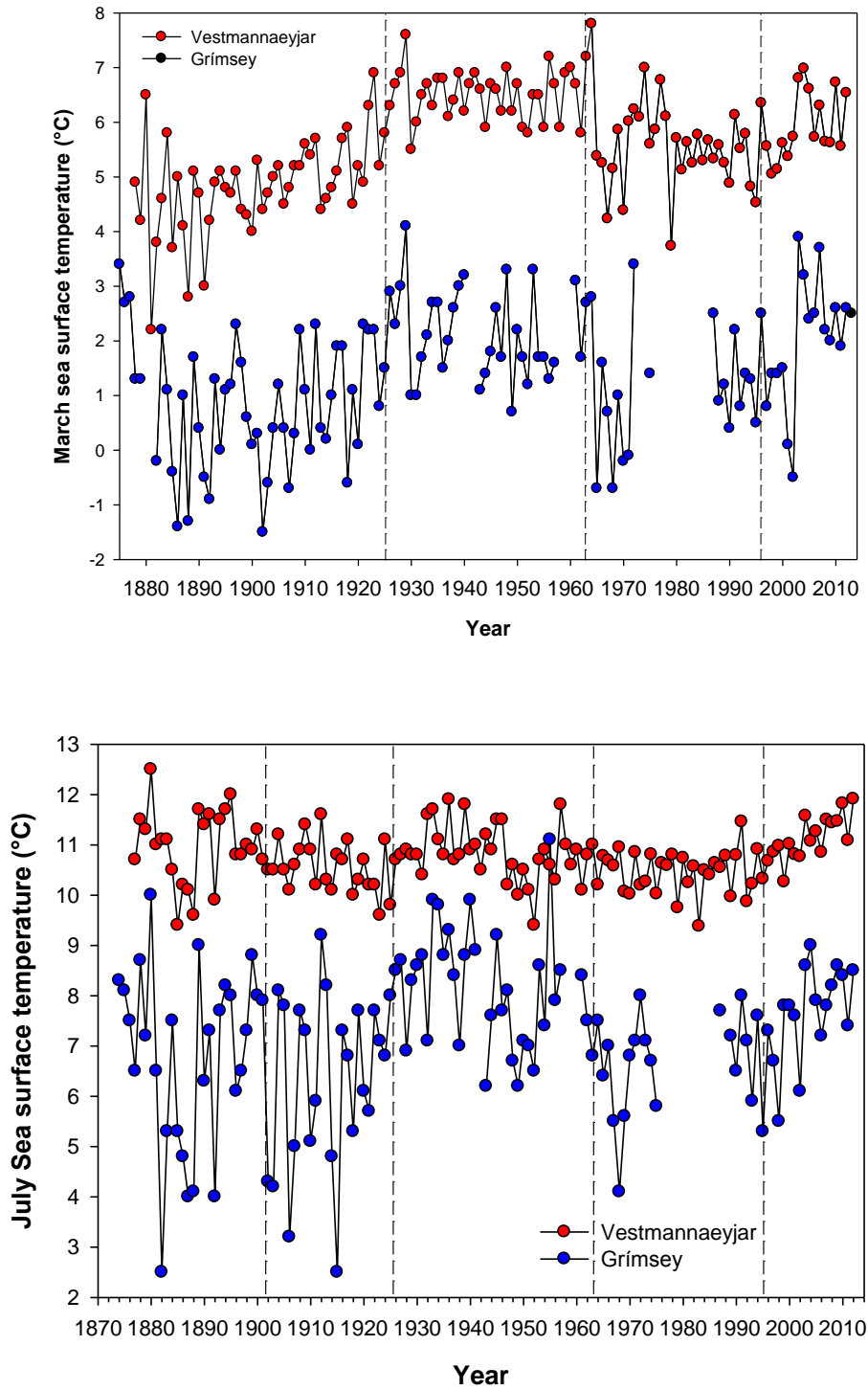
30. mynd. Fæðuvísitala (sjá texta) byggð á áætluðum vaxtartíma pysja samanborin við veiði.



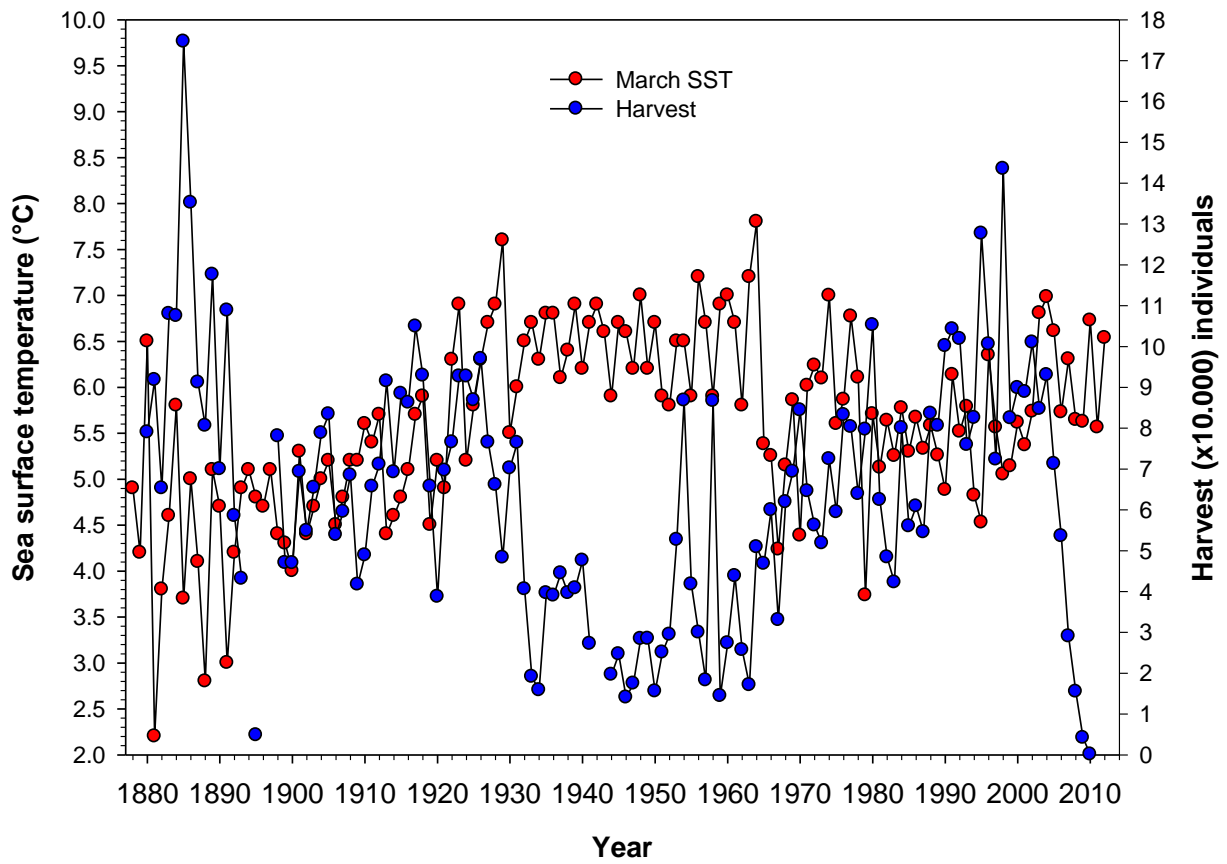
31. mynd. Samanburður viðkomuvísitölu (P) og fæðuvísitölu (F).

(G) SJÁVARHITI (SST)

Sjávar- og lofhitatölur við Vestmannaeyjar og Grímsey voru fengnar frá Veðurstofu Íslands. Sjávaryfirborðshiti við Vestmannaeyjar frá 1965 var reiknaður fyrir hvern mánuð með aðhvarfsgreiningu milli sjávar- og lofhitita 1877-1964.



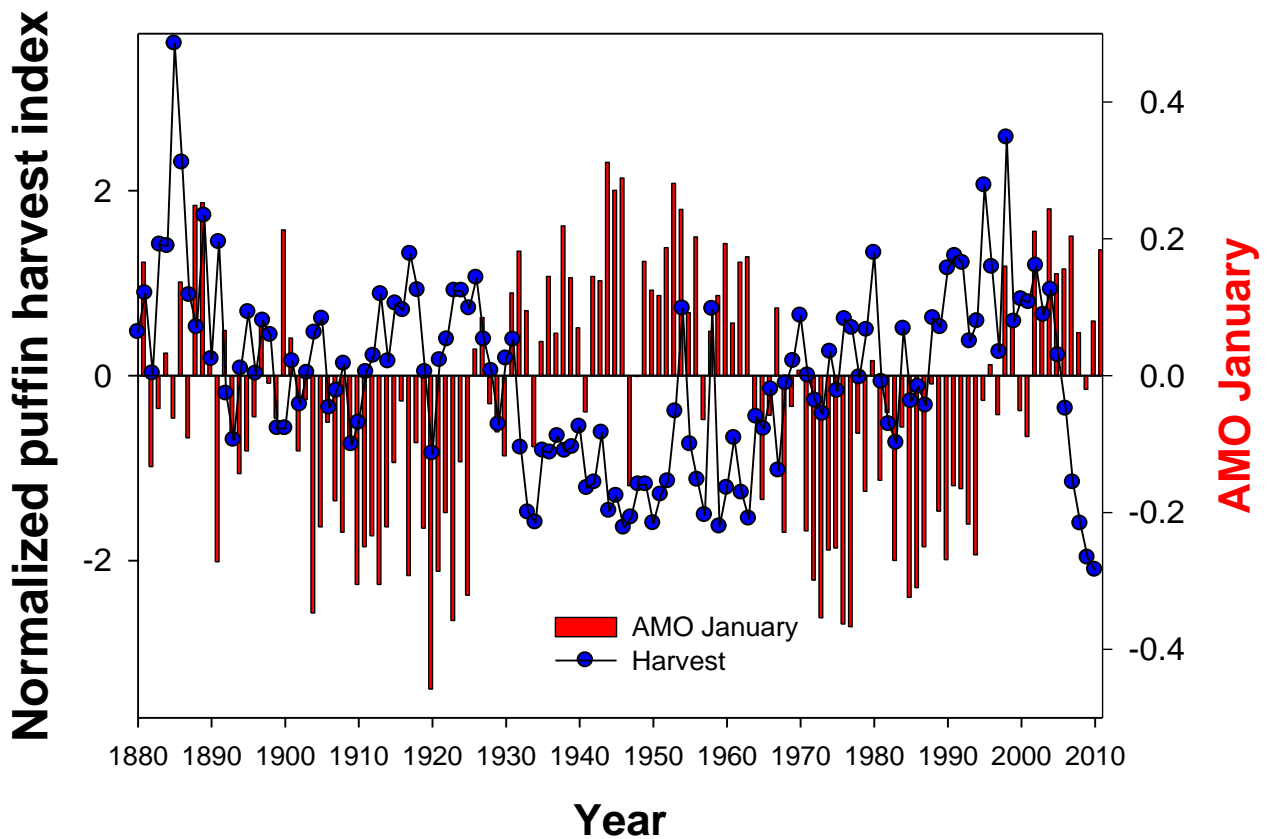
32. mynd. Sjávaryfirborðshiti í mars (efri) og júlí (neðri) við Vestmannaeyjar og Grímsey.



33. mynd. Sjávaryfirborðshiti í mars og lundaveiði, við og í Vestmannaeyjum.

(H) ATLANTIC MULTIDECADAL OSCILLATION (AMO)

Þessari hitasveiflu með um 70 ára sveiflutíðni og $0,4^{\circ}\text{C}$ sveifluhæð var fyrst lýst 1994 (R. A. Kerr, 2000, Michael E Schlesinger og Navin Ramankutty, 1994). Samanburður lundaveiðigagna og AMO sýna svo ekki verður um villst að hitastig er lykilbreyta í stofnbreytingum hjá lunda (34. mynd), og þá líklegast í gegnum sandsíli beint eða óbeint. Stofnhrun hjá lunda virðist einmitt fylgja AMO hlýskeiðum, en það síðasta var milli 1920 og 1930.

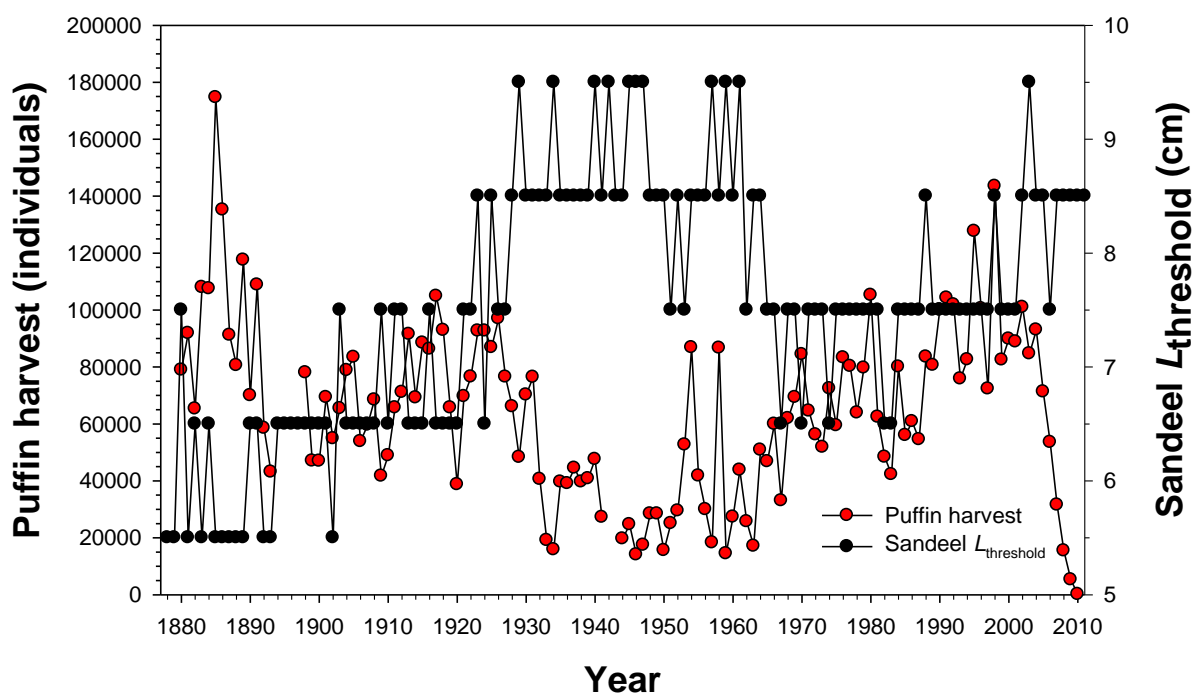


34. mynd. AMO-hitasveiflan og lundaveiði. Athugið að 5 ára hnik milli tímaraðanna hámarkar fylgni þeirra á milli.

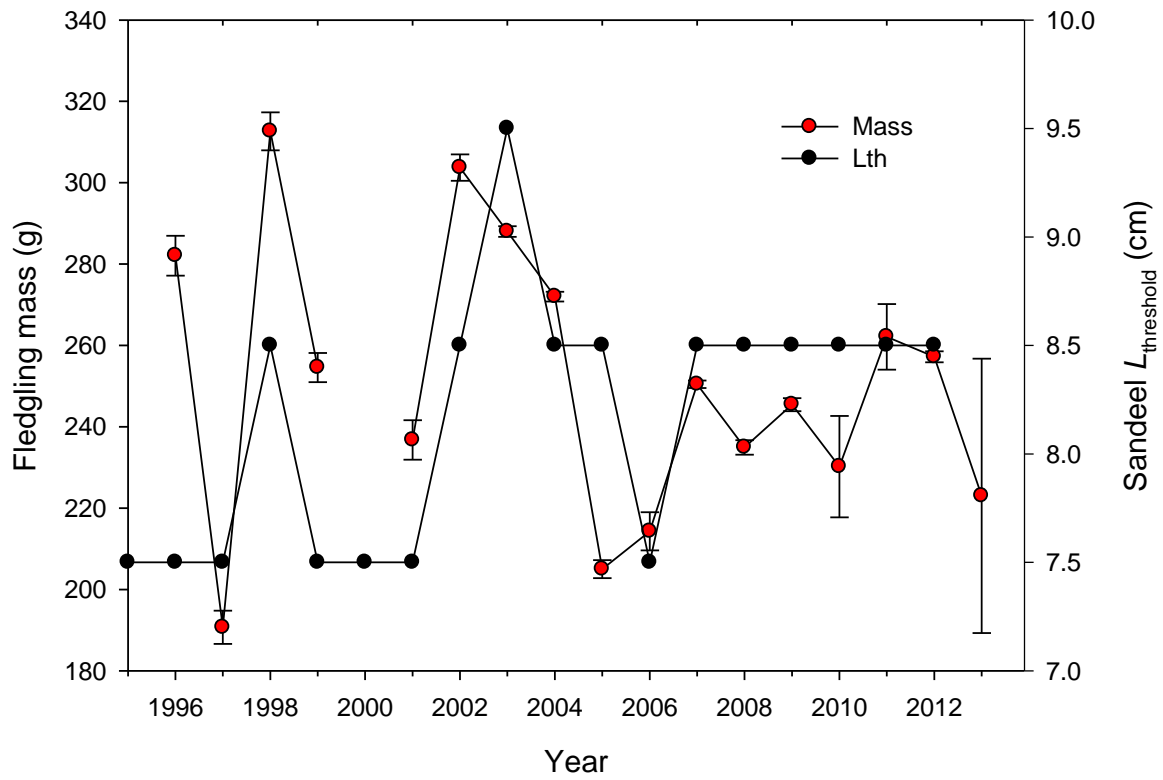
(I) LÁGMARKSLENGD SANDSÍLA L_{th}

Reiknað hefur verið út lágmarkslengd síla (L_{th}) þannig að endurspegli nægjanlegan vetrarforða til að lifa af sinn fyrsta vetur (Mikael van Deurs, o.fl., 2011). Byggja þessir útreikningar á beinum mælingum á efnaskiptahraða sem falli af sjávarhita. Því heitari sem vetur eru, því hraðari eefnaskiptahraðin, og því stærri þurfa sílin að vera til þess að lifa vetrinn af.

Þetta var gert fyrir Selvogsbanka frá 1877-2012 og notað mánaðarmeðalhitastig yfirborðs sjávar í níu mánuði 1. ágúst-1.maí (35. mynd). Niðurstöðurnar og benda til þess að öllu jöfnu drepist fleiri síli að vetri á hlýskeiðum en kaldskeiðum og andhverfar lundaveiðiferlinum.



35. mynd. Lundaveiði í Vestmannaeyjum og útreiknið lágmarksstærð sandsíla L_{th} svo þau lifi af sinn fyrsta vetur á Selvogsbanka.



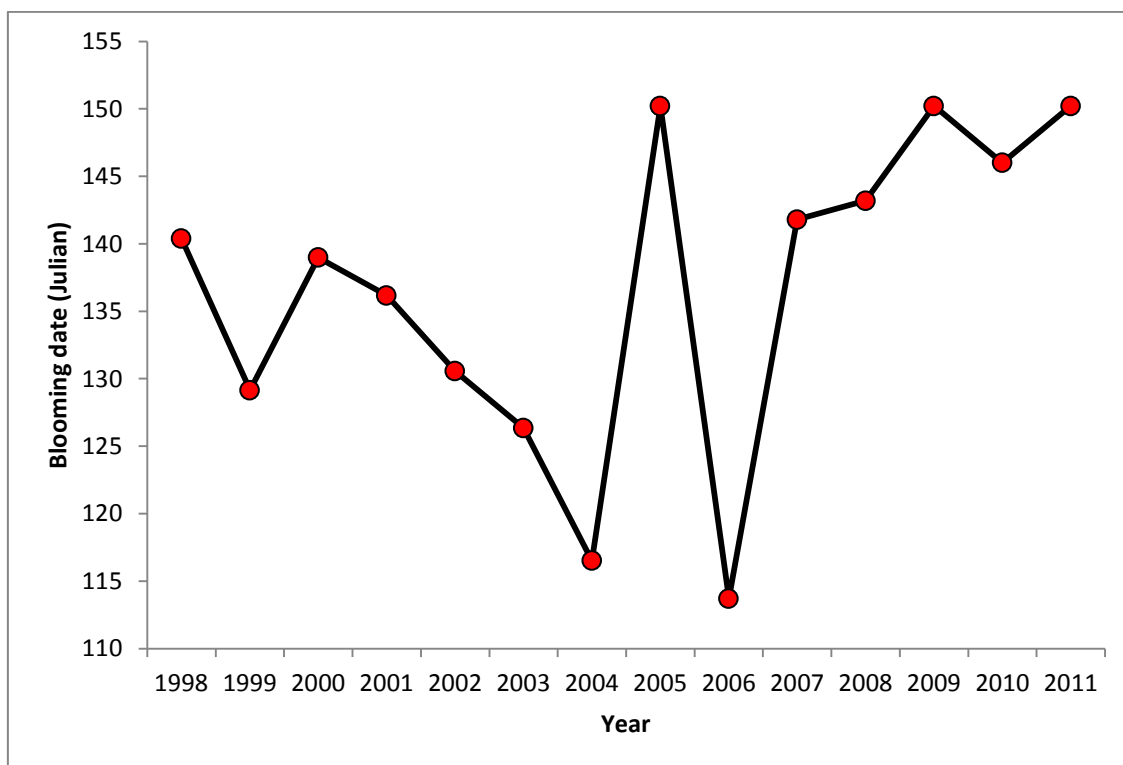
36. mynd. Þungi pysja við brottför 1996-2013 og útreiknuð lármarksstærð sandsíla til að lifa veturinn af. Jákvæð fylgni milli pysjubunga og stærðarþröskuldans er ekki marktæk ($r_p = 0,404$, $v = 14$, $P > 0,05$).

(K) MAGN & TÍMASETNING ÞÖRUNGABLÓMA, 1D-LÍKAN

Stærð síla fyrir haustið ræðst af fæðumagni sem er áta og á rauðáta þar stærstan hlut. Einnig er tímasetning og magn vorblóma þörungna mikilvæg þar sem hún ræður tímasetningu og magni átu, og þannig vaxtartíma síla og fæðuframboði.

Hægt er að reikna tímasetningu og blaðgrænu (*Chlorophyll a*) með svokölluðu 1D-líkani (Keith M Brander, o.fl., 2001, Jonathan Sharples, 1999, Jonathan Sharples, o.fl., 2006, Jonathan Sharples og P Tett, 1994). Þegar hefur verið aflað nauðsynlegra veðurgagna frá Veðurstofu Íslands sem eru til frá árinu 1953. Samstarf er hafið við Prófessor Elisabeth Scott og samverkamenn sem munu keyra 1D líkanið fyrir Selvogsbanka og hanna vaxtarlíkan fyrir sandsíli á Selvogsbanka frá 1953. Til þess að fínstilla líkanið við aðstæður á Selvogsbanka eru notaðar niðurstöður á beinum vikulegum mælingum yfir rúmlega heilt ár (Astthor Gislason, o.fl., 2000) og samantekt Teresu Silva á tímasetningu þörungablóma á Selvogsbanka í 14 ár samkvæmt gerfihnattagögnum (37. mynd).

Mjög athyglisvert verður að bera niðurstöður þessa vaxtarlíkans saman við niðurstöður á lágmarkslengd síla (L_{th}).



37 mynd. Tímasetning þörungablóma á Selvogsbanka. Teresa Silva tók saman af www.globcolour.info þar sem blómi er skilgreindur sem 5% aukning á Chlorophyll a. Dagur 110 = 20. apríl.

(3) MAT Á SJÁLFBÆRNI VEIÐA MEÐ PBR AÐFERÐ

Reiknuð var út sjálfbærni veiða í Vestmannaeyjum með PBR (Potential Biological Removal) aðferð sem en PBR er einföld aðferð sem byggir á litlum upplýsingum (Paul R Wade, 1998) en skilar áþekkingu niðurstöðum og flóknari en mun gagnafrekari aðferðir (Peter W Dillingham og David Fletcher, 2008). Þessa útreikningar hafa verið gerðir fyrir allar lundabyggðir þar sem veiðar eru stundaðar, en til þess þarf stofnmat (N_{min}) og mat á dreifni þess. Upplýsingar um stofnmat og dreifni þess á landsvísu verður gefið út í næsta hefti Blika.

Útreikningar fylgja Dillingham & Fletcher (2008). Hámarks stofnvöxtur λ_{max} var reiknaður með ítrun jöfnu 2 þar sem náttúrleg líftala $S = 0,9$ (Morten Frederiksen, o.fl., 2012), sjá Viðauka 1, $\lambda_{max} = 1,099$. $N_{hat} = 3.268.890$ fuglar (jafna 4). $CV\ N_{hat} = 0,1158$ (jafna 5). N_{min} fyrir Eyjar er 2.965.800 fuglar (jafna 6). Hámarksveiði PBR ($f=1$) eða $ha = 148.100$ fuglar. Árleg meðalveiði hefur verið um 77.600 fuglar 1968-2007. Veiðar á þessu tímabili hafa verið innan sjálfbærnimarka (í raun $f=0,5$).

Í viðtali við Morgunblaðið 14. maí 2013 var sagt að veiðar á þessu tímabili í Vestmanneyjum hefðu verið ósjálfbærar: http://www.mbl.is/frettir/innlent/2013/05/14/of_mikil_lundaveidi_i_eyjum/. Þessi fullyrðing var byggð á frumútreikningum sem voru miðaðir við stærð varpstofnsins (Erpur Snær Hansen, o.fl., 2011). Aðferðin tekur hinsvegar til allra fugla innan stofnsins og eru þessir frumútreikningar því dregnir hér til baka.

Núverandi viðkomubrestur í Vestmannaeyjum hefst árið 2003 (19. mynd) og hafa veiðar verið ósjálfbærar frá þeim tíma þar sem nýliðun hefur verið neikvæð í ellefu ár. Ungfuglastofninn er nú næstum horfinn og vantar um 2 milljónir fugla í stofninn eða helming stofnsins eins og hann var samsettur fyrir 2003 (skv. stöðugri aldursdreifingu „SAD“ eða stable age distribution úr Leslie fylki).

(4) HEILDARMAT ÍSLENSKA LUNDASTOFNSINS

Ritun handrits lundatals Íslands stendur yfir og er fyrirhugað að birta í næsta hefti tímaritsins Blika.

(5) STOFNBREYTINGAR BJARGFUGLA

Bjargfuglabbyggðir hafa verið myndaðar í þrem landshlutum, Bjargabjargi á Skaga, Drangey, Árhöfn í Papey, Ingólfshöfða og byggðir langvíu (*Uria algae*), ritu (*Rissa tridactyla*), og fýls (*Fulmarus glacialis*) auk á völdum stöðum í Heima-, Mið- og Ystakletti. Talning af myndum í forritinu *ImageJ* er ólokið.

(6) ÞUNGMÁLMAENGUN Í ÍSLENSKUM LUNDUM

Í samstarfi við Michael Gochfeld og Joanna Burger við Rutgers háskóla BNA, sem höfðu umsjón með mælingum á sjö þungmálmum, var safnað bolfjöðrum af 15 fuglum í Vigur, Grímsey og Lundey við Skjálfanda sumarið 2011, sýnum úr tíu varpfuglum frá Vestmannaeyjum auk sýna úr fuglum sem voru skotnir 27. apríl 2009 við Vestmannaeyjar. Efnagreiningum er lokið og eru niðurstöður sýndar í **Viðauka 3**. Útgáfa niðurstaðna hefur ekki verið ákveðinn.

KYNNING NIÐURSTAÐA

FYRIRLESTRAR

Erpur S. Hansen, Marinó Sigursteinsson & Cornelius Schlawe. *Viðkoma og fæða lunda við Ísland.* Veðurfar og lífríki sjávar á Íslandsmiðum. Hafrannsóknastofnun 21-22. Febrúar 2013: <http://www.hafro.is/rad-vedur13/glaerur/ErpurSnaerHansen-lundi.pdf>

Erpur S. Hansen, Marinó Sigursteinsson, Cornelius Schlawe, Ingvar A. Sigurðsson, Valur Bogason & Arnþór Garðarsson. *Viðkoma, fæða og fæðuprep lunda.* Ráðstefna Líffræðifélags Íslands Öskju 8-9. nóvember 2013.

Erpur S. Hansen ofl. XXII Alþjóðleg sjófuglaráðstefna Atlantic Seabird Group, 21-23. Mars 2014, Oxford. Kynntar verða niðurstöður rannsókna á pysjufæðu, viðkomubresti og sjávarhita með fyrirlestri auk veggspjalds um lundatal Íslands. Kynning á efni þessarar skýrslu á vinnufundi um lýðfræði lunda.

Erpur S. Hansen ofl. Fæða lundapysja 2011-2013 , minningarráðstefna Vistfræðifélags Íslands um Prófessor Agnar Ingólfsson, mars 2014, Reykjavík.

HANDRIT

Arnþór Garðarsson, Erpur S. Hansen & Kristján Lilliendahl (2014). *Lundatal Íslands.* Bliki **33**.

Kristján Lilliendahl, Erpur S. Hansen, Valur Bogason, Páll M. Jónsson, Margrét L. Magnúsdóttir, Marinó Sigursteinsson, Hálfván H. Helgason, Gísli J. Óskarsson, Pálmi F. Óskarsson & Óskar J. Sigurðsson (2013). *Viðkomubrestur lunda og sandsílis við Vestmannaeyjar.*

Náttúrufræðingurinn **83** (1-2): 81-95. [Er í prentun og fylgir með sem pdf skrá]

Erpur S. Hansen, Valur Bogason, Cornelius Schlawe, Ingvar A. Sigurðsson & Einar R. Sigurðsson (2014). *Fæða lundapysja við Ísland 2011-2013.* Náttúrufræðingurinn **84**.

Erpur S. Hansen (2014). Atlantic puffin chick diet and reproduction in Iceland. *Seabird* **26**.

Erpur Snær Hansen et al. (2015). Regional and seasonal patterns of foraging niche of adult Icelandic Atlantic puffins and their chicks using stable isotopes. **Ibis**.

RITSTÝRÐ BÓK

Árni Árnason (2012). *Eyjar og úteyjalf*. Úrval verka Árna Árnasonar símritara frá Grund. Sögufélag Vestmannaeyja. Erpur Snær Hansen, Kári Bjarnason, Marinó Sigursteinsson og Sigurgeir Jónsson Ritstjórar. 474 bls.

FJÖLMIÐLAR

Þessi skýrsla (pdf) verður sett á vef Náttúrustofu Suðurlands (www.nattsud.is).

Veitt voru viðtöl í útvarpi, sjónvarpi og dagblöðum á árinu sem eru ekki talin upp hér sérstaklega en til dæmis má nefna:

BBC: <http://www.bbc.com/travel/feature/20130906-natures-biggest-treasure-hunt>

Fjallað var rannsóknirnar í *Living Bird*. Hugh Powell & Chris Linder. 2013. Little Brother of the North. Folklore and fieldwork in the stronghold of the Atlantic Puffin. <http://www.allaboutbirds.org/page.aspx?pid=1085>

MBL: http://www.mbl.is/frettir/innlent/2013/05/14/of_mikil_lundaveidi_i_eyjum/

Auk þess hafa kvikmyndatökuhópar sem komið hafa tvö síðustu ár til að taka upp „vísa“ (pilots) að sjónvarpsþáttum verið aðstoðaðir margvíslega.

Eldri umfjöllum um rannsóknirnar má einnig sjá: <http://www.youtube.com/watch?v=zoHD2GxcBMw>

SAMSTARF

Í þessum rannsóknum var komið á góðu og fjölbættu samstarfi við fjölda heimamanna sem ekki verður talið sérstaklega upp hér.

Fæðumyndataka. Cornelius Schlawe, Einar og Ingvar Atli Sigurðsson.

Fæðugreiningar. Valur Bogason ofl. hjá Hafrannsóknastofnun.

Hnatritar. Annette Fayet doktorsnemi við Oxford háskóla. Þorkell Lindberg Þórarinnsson Náttúrustofu Norðausturlands og Böðvar Þórisson Náttúrustofu Vestfjarða.

Sjálfvirkar myndavélar: Prófessor Tom Hart við Oxford háskóla.

Útreikningur magns og tímasetningar þörungablóma með 1D-líkani og stofnlíkan sandsíla á Selvogsbanka. Rannsóknastofa Prófessor Elisabeth Scott við Aberdeen háskóla.

Tímasetning þörungablóma af gervihnattamyndum. Teresa Silva.

IPM-greining. Leitað hefur verið samvinnu við Birgir Hrafnkelsson Dósent í tölfræði við H.Í. Einnig verða niðurstöður og gögn kynnt á sérstökum vinnufundi á alþjóðlegri sjófuglaráðstefnu Atlantic Seabird Group 20. Mars 2014 með mögulegt samstarf í huga.

Pungmálmamælingar: Próf. Michael Gochfeld og Próf. Joanna Burger við Rutgers háskóla.

ÞAKKIR

Úrval sérfræðinga Hafrannsóknastofnunnar greindu fæðumyndir til tegunda. Úlfur A. Hansen var sjálfboðaliði í júníleiðangrinum. Ingvar A. Sigurðsson var starfsmaður í báðum leiðöngrunum. Hugh Powell og Mia Cook voru sjálfboðaliðar í júlí leiðangrinum. Trausti Jónsson útvegaði veðurgögn frá Veðurstofu Íslands.

HEIMILDIR

Anon 1858-1875. Skýrslur um landshagi á Íslandi I-V. - Hið Íslenska bókmenntafélag, Kaupmannahöfn.

Anon 1882-1898. Stjórnartíðindi fyrir Ísland. C-deild. -

Anon 1899-1913. Landhagskýrslur fyrir Ísland 1899-1912. - Reykavík.

Anon 1914-1944. Fiskiskýrslur og hlunninda [1912-1941]. - Hagstofa Íslands, Reykavík.

Árni Árnason 2012. Eyjar og úteyjalíf. Úrval verka Árna Árnasonar símritara frá Grund. - Sögufélag Vestmannaeyja, Vestmannaeyjar.

L M Barrow, K A Bjorndal & K J Reich 2008. Effects of preservation method on stable Carbon and Nitrogen isotope values. - *Physiological & Biochemical Zoology* 84 (5): 688-693.

Stuart Bearhop, Suand Waldron, Stephen C Votier & Robert W Furness 2002. Factors that influence assimilation rates and fractionation of nitrogen and carbon stable isotopes in avian blood and feathers. - *Physiological & Biochemical Zoology* 75 451-458.

Alexander L Bond & Antony W Diamond 2011. Recent Bayesian stable-isotope mixing models are highly sensitive to variation in discrimination factors. - *Ecological Applications* 21 1017-1023.

Keith M Brander, R R Dickson & J G Shepherd 2001. Modelling the timing of plankton production and its effect on recruitment of cod (*Gadus morhua*). - *ICES Journal of Marine Science* 58 962-966.

S P Brooks, Ruth King & B J K Morgan 2004. A Bayesian approach to combining animal abundance and demographic data. - *Animal Biodiversity and Conservation* 27 (1): 515-529.

Yves Cherel, Keith A Hobson & Henri Weimerskirch 2000. Using stable-isotope analysis of feathers to distinguish moulting and breeding origins of seabirds - *Oecologia* 122 155-162.

Mikael van Deurs, Martin Hartvig & John Fleng Steffensen 2011. Critical threshold size for overwintering sandeels (*Ammodytes marinus*). - *Marine Biology* 158 2755-2764.

Peter W Dillingham & David Fletcher 2008. Estimating the ability of birds to sustain additional human-caused mortalities using a simple decision rule and allometric relationship. - *Biological Conservation* 141 1738-1792.

Morten Frederiksen, Tycho Anker-Nilssen, Grégory Beaugrand & Sarah Wanless 2012. Climate, copepods and seabirds in the boreal Northeast Atlantic - current state and future outlook. - *Global Change Biology*

Arnþór Garðarsson, Erpur Snær Hansen & Kristján Lilliendahl *handrit*. Lundatal Íslands. - Bliki

Asthor Gislason, Olafur S Asthorsson, Hildur Petursdottir, H Gudfinnsson & Anna R Bodvarsdottir 2000. Life cycle of *Calanus finmarchicus* south of Iceland in relation to hydrography and chlorophyll *a*. - ICES Journal of Marine Science 57 1619-1627.

Brittany Graham, Paul L Koch, Seth D Newsome, Kelton W McMahon & David Aurioles 2010. - Bls. 299-318 í: J B West, G J Bowen, T E Dawson and K P Tu (ritst.). Using isoscapes to trace the movements and foraging behavior of top predators in oceanic ecosystems. Springer Verlag,

Erpur Snær Hansen, Marinó Sigursteinsson & Arnþór Garðarsson 2011. Lundatal Vestmannaeyja. - Bliki 31 15-24.

Michael P Harris & Sarah Wanless 2011. The Puffin. - T & A D Poyser, Calton, England.

Michael P Harris & R F Yule 1977. The moult of the Puffin, *Fratercula arctica*. - Ibis 119 535-541.

April Hedd, David A Fifield, Chantelle M Burke, William A Montevicchi, Laura McFarlane Tranquilla, Paul M Regular, Alejandro D Buren & Gregory J Robertson 2010. Seasonal shift in the foraging niche of Atlantic puffins *Fratercula arctica* revealed by stable isotope ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$) analyses. - Aquatic Biology 9 13-22.

Hálfván Helgi Helgason 2012. Survival of Atlantic Puffins (*Fratercula arctica*) in Vestmannaeyjar, Iceland during different life stages. University of Iceland. 75.

Keith A Hobson 1993. Trophic relationships among high Arctic seabirds: insights from tissue-dependent stable-isotope models. - Marine Ecology Progress Series 95 (1): 7-18.

Keith A Hobson, Aaron Fisk, Nina Karnovsky, Meike Holst, Jean-Marc Gagnon & Martin Fortier 2002. A stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) model for the North water food web: implications for evaluating trophodynamics and the flow of energy and contaminants. - Deep Sea Research Part II 49 5131-5150.

Keith A Hobson, John F Piatt & Jay Pitocchelli 1994. Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. - Journal of Animal Ecology 63 786-798.

P. J. Hodum & K. A. Hobson 2000. Trophic relationships among Antarctic fulmarine petrels: insights into dietary overlap and chick provisioning strategies inferred from stable-isotope ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$) analyses. - Marine Ecology-Progress Series 198 273-281.

S Kaehler & E A Pakhomov 2001. Effects of storage and preservation on the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ signatures of selected marine organisms. - Marine Ecological Progress Series 219 299-304.

R. A. Kerr 2000. A North Atlantic climate pacemaker for the centuries. - Science 288 (5473): 1984-1985.

Marc Kéry & Michael Schaub 2012. Bayesian population analysis using WinBUGS: A hierarchical perspective. - Academic Press,

Mikko Kiljunen, Jonathan Grey, Tuula Sinisalo, Chris Harrod, Hemmo Immonen & Roger I Jones 2006. A revised model for lipid-normalizing $\delta^{13}\text{C}$ values from aquatic organisms, with implications for isotope mixing models. - *Journal of Applied Ecology* 43 (6): 1213-1222.

Kristján Lilliendahl, Erpur Snær Hansen, Valur Bogason, Marinó Sigursteinsson, Margrét Lilja Magnúsdóttir, Páll Marvin Jónsson, Hálf dán Helgi Helgason, Gísli Jóhannes Óskarsson, Pálmi Freyr Óskarsson & Óskar Jakob Sigurðsson 2013. Viðkomubrestur lunda og sandsílis við Vestmannaeyjar. - *Náttúrufræðingurinn* 83 (1-2): 81-95.

John M Logan, Timothy D Jardine, Timotey J Miller, Stuart E Bunn, Richard A Cunjak & Molly E Lutcalage 2008. Lipid corrections in carbon and nitrogen stable isotopes analyses: comparison of chemical extraction and modelling methods. - *Journal of Animal Ecology* 77 838-846.

Kelton W McMahon, Li Ling Hamady & Simon R Thorrold 2013. A review of ecogeochemistry approaches to estimating movements of marine animals. - *Limnology and Oceanography* 58 (2): 697-714.

Jonathan W Moore & Brice X Semmens 2008. Incorporating uncertainty and prior information into stable isotope mixing models. - *Ecology Letters* 11 470-480.

Sveinn Pálsson 1945. Ferðabók Sveins Pálssonar, dagbækur og ritgerðir 1791-1797. - Snæland Útgáfan, Reykjavík.

J Pannekoek & A Van Strien 2001. TRIM 3 Manual. (TRends and Indices for Monitoring data). - Statistics Netherlands, Voorburg, Netherlands.

Andrew C Parnell, Richard Inger, Stuart Bearhop & Andrew L Jackson 2010. Source partitioning using stable isotopes: coping with too much variation. - *PLoS ONE* 5:e9672

Ævar Petersen 1976. Size variables in Puffins *Fratercula arctica* from Iceland, and bill features as criteria of age. - *Ornis Scandinavica* 7 185-192.

D L Phillips & J W Gregg 2001. Uncertainty in source partitioning using stable isotopes. - *Oecologia* 127 171-179.

D L Phillips & J W Gregg 2003. Source partitioning using stable isotopes: coping with too many sources. - *Oecologia* 136 261-269.

M J M Poot, P W van Horsen, M P Collier, Lensink. R & S Dirksen 2011. Effect studies offshore wind Egmond aan Zee: cumulative effects on seabirds. A modelling approach to estimate effects on population levels in seabirds. - Bureau Waardenburg bv. Consultants for environment & ecology,

David M Post, Craig A Layman, D Albrey Arrington, Gaku Takimoto, John Quattrochi & Carman G Montana 2007. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. - *Oecologia* 152 179-189.

Michael Schaub & Fitsum Abadi 2011. Integrated population models: a novel analysis framework for deeper insights into population dynamics. - *Journal fur Ornithologie* 152 (S1): S227-S237.

Michael E Schlesinger & Navin Ramankutty 1994. An oscillation in the global climate system of period 65-70 years. - *Nature* 367 (Feb 24): 723-726.

Jonathan Sharples 1999. Investigating the seasonal vertical structure of phytoplankton in shelf seas. - *Marine Models* 1 3-38.

Jonathan Sharples, Oliver N Ross, Beth E Scott, Simon P R Greenstreet & Helen Fraser 2006. Inter-annual variability in the timing of stratification and the spring bloom in the North-western North Sea. - *Continental Shelf Research* 26 733-751.

Jonathan Sharples & P Tett 1994. Modelling observation of the seasonal cycle of primary productivity: the importance of short-term physical variability. - *Journal of Marine Research* 52 219-238.

Þorsteinn Sigurðsson & Árni Magnússon 2011. Nytjastofnar sjávar 2010/2011. Aflahorfur fiskveiðiárið 2011/2012. - *Hafrannsóknir* 159 1-185.

C J F Ter Braak, AJ Van Strien, Meijer R & T J Verstrael 1994. - Bls. 663-673 í: E J M Hagemeyer and T J Verstrael (ritst.). *Analysis of monitoring data with many missing values: which method?* . Statistics Netherlands, Voorburg & SOVON, Beek-Ubbergen, Noordwijkerhout, The Netherlands.

David R Thompson & Robert W Furness 1995. Stable-isotope ratios of carbon and nitrogen in feathers indicate seasonal dietary shifts in northern fulmars. - *Auk* 112 (2): 493-498.

David R Thompson, Kristján Lilliendahl, Jón Sólmundsson, Robert W Furness, Susan Waldron & Richard A Phillips 1999. Trophic relationships among six species of Icelandic seabirds as determined through stable isotope analysis. - *Condor* 101 (4): 898-903.

Hjálmar Vilhjálmsson 1994. The Icelandic Capelin stock. Capelin, *Mallotus villosus* (Müller) in the Iceland - Greenland - Jan Mayen area. - *Journal of the Marine Research Institute Reykjavik* 13 (1-281):

Paul R Wade 1998. Calculating limits to the allowable human-caused mortality of Cetaceans and Pinnipeds. - *Marine Mammal Science* 14 (1): 1-37.

VIÐAUKI 1. Stofnlíkan lunda í Vestmannaeyjum með Leslie fylki (Morten Frederiksen, o.fl., 2012). Viðkoma er sýnd með rauðu letri og er per kvenfugl hér, en annars 0,8 per par. Líftölur eru sýndar með svörtum letri. Varp hefst á sjötta ári.

1 árs	2 ára	3 ára	4 ára	5 ára	6+ ára
0	0	0	0	0	0,8
0,5	0	0	0	0	0
0	0,8	0	0	0	0
0	0	0,9	0	0	0
0	0	0	0,9	0	0
0	0	0	0	0,9	0,9