


Greiningar á aldurs- og tegundasamsetningu svartfugla út frá útlitseinkennum vængja

Hálfván H. Helgason, Yann Kolbeinsson, Páll Leifsson, Sindri Gíslason og
Þorkell Lindberg Þórarinsson

Unnið fyrir Umhverfisstofnun



NA-2200224
Janúar 2022



NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS



Náttúrustofa
Norðausturlands



NÁTTÚRUSTOFA
SUÐVESTURLANDS

Skýrsla nr: NA-2200224	Dags: Janúar 2022	Dreifing: Opin
Heiti skýrslu (aðal- og undirtitill): Greiningar á aldurs- og tegundasamsetningu svartfugla út frá útlitseinkennum vængja	Síðufjöldi: 18	Upplag: aðgengileg á http://www.na.is
	Ljósmynd á forsíðu: Langvía á sjó. Ljós: Hálfán Helgi Helgason	Fjöldi korta: 0
Höfundar: Hálfán H. Helgason, Yann Kolbeinsson, Páll Leifsson, Sindri Gíslason og Porkell Lindberg Þórarinsson		
Unnið fyrir: Umhverfisstofnun		
<p>Ágrip: Í því augnamiði að staðfæra aðfræði sem beitt hefur verið erlendis var kannað var hvort greina mætti í sundur tvær náskyldar tegundir svartfugla, langvíur og stuttnefjur, út frá stærð og lögun vængja og hvort að aldursgreina mætti einstaklinga beggja tegunda út frá fellimörkum á væng. Sýni voru fengin úr afla skotveiðimanna og af netadauðum fuglum. Fáar stuttnefjur fengust til greininga, alls 33 og þar af 30 fullorðnar sem takmarkar samanburðarhæfni og einskorðar samaburðinn við fullorðna fugla. Niðurstöður gefa þó til kynna að vel megi greina tegundirnar í sundur út frá lögun vængs, eða í 98-100% tilvika sjónrænt og með sama öryggi út frá lengd arm- og handflugfjaðra. Engin skörun var á spönn lengda annarrar og þriðju armflugfjaðra milli tegunda og marktækur munur var á meðallengd allra mældra fjaðra. Vegna smæðar sýnisins er erfitt að draga of miklar ályktanir um af hversu miklu öryggi má greina tegundirnar í sundur en þó benda niðurstöðurnar til þess að aðferðin virki mjög vel. Við aldursgreiningar voru fellimörk á yfirvængþökum könnuð og voru þau sýnileg á 73% ($\pm SE=4,0\%$, $n=123$) langvía á fyrsta ári, einum fullvöxnum ókynþroska fugli af 5 en engum fullorðnum fugli af 132 skoðuðum. Marktækur munur var á tíðni fellimarka hjá fyrsta árs fuglum eftir tímabilum ($\chi^2=44,4$ $df=2$, $p<0.001$), 97% ($\pm SE=2,0\%$ $n=64$) að hausti (okt.-nóv.), 80% ($\pm SE=19,0\%$, $n=5$) að vetri (des.-jan.) en einungis 42% ($\pm SE=6,9\%$, $n=52$) að vori (feb.-apr.). Mann Whitney U-próf leiddi í ljós að fjöldi upplitaðra fjaðra breyttist einnig marktækt ($W=2723$, $p<0,001$) frá hausti (meðalfjöldi 2,44 ($SD=0,91$)) til vors (1,01 ($SD=1,29$)), sem bendir sterklega til þess að fuglar á fyrsta ári felli þekjufjaðrir að vori ólíkt því sem áður hefur verið lýst fyrir sömu tegundir í Norðvestur Atlantshafi (Pyle 2009). Ljóst er að góður grundvöllur er fyrir söfnun vængja svartfugla úr afla skotveiðimanna til aldurs- og tegundagreininga, a.m.k. út janúar á Íslandi. Aldursgreiningu álkna og lunda má útfæra með ljósmyndun á goggum.</p>		
Lykilorð: langvía, stuttnefja, álka, lundi, aldurs-greining, aldurshlutfall, vængjagreining, fellimörk, tegundagreining.	ISSN nr: 2547-7447 (rafræn útgáfa)	
Yfirfarið: KÁ	ISBN nr: 978-9935-9633-5-2 (rafræn útgáfa)	

Efnisyfirlit

Inngangur	4
Aðferðir	5
Niðurstöður	6
Sýnasöfnun og samsetning sýnis	6
Aldursgreining út frá fellimörkum á yfirvængþökum armflugfjaðra	7
Aldursgreining út frá lit fjaðurenda undirvængþakna armflugfjaðra langvía	9
Tegundagreining út frá sjónrænu mati	10
Tegundagreining út frá mælingum á arm og handflugfjöðrum	11
Samanburður milli athugenda	13
Umræða	13
Pakkir	13
Heimildir	15

Inngangur

Haustið 2020 fékkst styrkur frá Umhverfisstofnun til Náttúrustofu Austurlands, Náttúrustofu Norðausturlands og Náttúrustofu Suðvesturlands til rannsóknar á vængjum svartfugla. Megin markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort hægt væri að yfirfæra erlenda aðferðafræði (Wilhelm o.fl., 2008) á íslenskar aðstæður. Sú aðferð felur í sér greiningu á fellimynstri (e. molt pattern) og útliti þekjufjaðra yfir- og undirvængþakna armflugfjaðra til aldursgreininga á einstaklingum af tveimur náskyldum tegundum: Langvíu (*Uria aalge*) og stuttnefju (*Uria lomvia*). Að auki eru stærð og lögun vængja notaðar til að greina tegundirnar tvær í sundur og aðgreina frá þriðju skyldu tegundinni, álku (*Alca torda*). Aðferðin hefur verið notuð til að aldurs- og tegundagreina afla veiðimanna og fórnarlamba mengunarslysa í Kanada og Grænlandi (Wilhelm o.fl., 2008, Frederiksen o.fl., 2019). Ef mögulegt er að staðfesta notkun sambærilegs greiningalykils hér á landi, væri hægt að safna og greina sýni úr afla skotveiðimanna hér við land og af fuglum sem drepast í mengunarslysum eða í veiðafærum án þess að til komi tímafreakar mælingar á innkirtlum og/eða höfuðkúpu. Vængjasöfnun úr afla skotveiðimanna á landsvísu getur veitt mikilvægar upplýsingar um viðgang stofna og áhrif veiða eins og hefur t.d. gefið góða raun við rannsóknir og veiðiráðgjöf tengdri rjúpnastofninum (*Lagopus muta*) (sjá t.d. Erla Sturludóttir o.fl., 2018). Aldurshlutföll í afla, til viðbótar gögnum um varpárangur sem nú er safnað sem hluta af vöktun bjargfugla (Yann Kolbeinsson o.fl., 2019), og veiðitölur geta veitt innsýn í áhrif veiða á nýliðun þessara stofna. Komi til þess að ráðist verði í vöktun á lífslíkum fullorðinna svartfugla munu aldurs- og tegundahlutföll í afla líklega verða einn grundvallarþátta í stofnlíkani.

Sú aðferðafræði sem hér var reynd byggir á breytileika í stærð, útliti og aldri fjaðra mismunandi tegunda og aldurshópa. Felli og fjaðraskiptum langvía, stuttnefja og álkna á fyrsta ári, í norðvestur Atlantshafi, hefur verið lýst á þann veg að skömmu eftir klak hefjist fyrsta fjaðrafelli fuglsins (e. first prebasic molt), þ.e. þegar ungasúnn vikur fyrir búkfjöðrum og þekjufjaðrir arm- og handflugfjaðra vaxa út. Unginn heldur til hafs ásamt karlfuglinum í kringum þriðju viku eftir klak og hlé verður á fjaðurskiptum (e. molt suspension) sem lýkur svo með vexti hand- og armflugfjaðra frá byrjun september fram í fyrri hluta október. Samhliða því eiga önnur fjaðraskipti (e. preformative molt) sér stað, en þá skiptir unginn út búkfjöðrum og hluta vængþakna. Að vori (febrúar - maí) skipta svo sumir unganna yfir í sumarþúning, a.m.k. að hluta, en í því felli (limited prealternate molt) halda vængfjaðrir sér. Fuglarnir skipta svo um allar fjaðrir (e. second prebasic molt) á tímabilinu frá maí fram í september, en skiptin ná hámarki í júlí og ágúst (Pyle, 2009 og Wilhelm o.fl., 2008). Felli og fjaðraskipti fullorðinna fugla eru hins vegar einfaldari. Í lok varptíma, seinni hluta júlí fram til september, skipta fullorðnir fuglar um flest allar fjaðrir (e. definitive prebasic molt), þ.m.t. þekjufjaðrir og flugfjaðrir, og fara í vetrarþúning (1. mynd). Á tímabili sem getur spannað frá nóvemberlokum fram í lok mars skipta svo fullorðnu fuglarnir um hluta búkfjaðra (e. definitive prealternate molt) og fara í sumarþúning (Pyle, 2009). Fullorðnir fuglar skipta því um allar fjaðrir á vængnum á svipuðum tíma að hausti, þ.m.t. þekjufjaðrir arm og handflugfjaðra. Ungarnir skipta hinsvegar aðeins um um hluta þekjufjaðranna og hafa því sjáanleg fellimörk (e. molt limits), þ.e. misgamlar fjaðrir sem greina má í sundur þar sem eldri fjaðrirnar sem eru ljósari og eyddari en yngri fjaðrir. Þekjufjaðrir fullorðinna einstaklinga eru aftur á móti jafngamlar og því allar eins útlítandi (2. mynd) (Camphuysen, 2007 og Wilhelm o.fl., 2008).



1. mynd. Ófleyg fullvaxin langvía (*Uria aalge*) sem fellt hefur flestar hand- og armflugfjaðrir og flestar þekjufjaðrir hand- og armflugfjaðra. Myndina tók Yann Kolbeinsson á Grímseyjarsundi, stuttu eftir upphaf veiðitíma, 15. september 2021.

Mikilvægt er að staðfæra greiningalykla sem þróaðir hafa verið fyrir önnur svæði. Þó svo að fellimynstur og lögun vængja, þ.e. innbyrðis munur á lengd hand- og armflugfjaðra virki vel til aldurs og tegundagreininga á svartfuglum utan varptíma við strendur Norður Ameríku er ekki gefið að hið sama gildi fyrir þá fugla sem dvelja utan varptíma hér við land. Uppruni, þ.e. varpstöðvar, fugla sem þar dvelja eru að öllum líkindum að mestu leyti aðrar en þeirra fugla sem dvelja hér við land, a.m.k. utan fartíma (Linnebjerg o.fl., 2018; Merkel o.fl., 2021; www.seatrack.seapop.no). Sýnt hefur verið fram á að nokkur munur er á líkamsstærð, m.a. vænglengd, langvía og stuttnefja, frá mismunandi varpstöðvum (Barrett o.fl., 2008). Auk þess geta tímasetningar fjaðrafellis verið töluvert breytilegar eftir varpstofnum og fæðuframboði (Pyle, 2009). Því skiptir tímasetning sýnatöku máli en veiðitímabil á svartfuglum hér á landi er langt og lýkur seint í samanburði við veiðitímabil í Kanada og á Grænlandi. Í Kanada nær veiðitímabilið frá miðjum desember til 10. mars, mismunandi eftir svæðum, og á Grænlandi lýkur veiðum nánast alveg í lok febrúar, en með mjög takmörkuðum undantekningum geta þó veiðar á vissum svæðum staðið allt fram í júní (Frederiksen o.fl., 2019; Labansen, 2021; ANON, 2020). Hér á landi lýkur veiðitíma aftur á móti ekki fyrr en 25. apríl. Allt þetta kann að hafa áhrif á hvar fuglar eru staddir í fjaðrafelli og á stærð einstaklinga sem kann að valda miðað við þá greiningalykla sem notaðir eru annarsstaðar og þannig haft áhrif á öryggi greininga. Því var ráðist í að safna heilum eða heillegum fuglum til krufninga til greiningar á öðrum einkennum sem nota má til að aldursgreina einstaklinga þessara tegunda, s.s. útlit nefs og stærð búrsu (*bursa fabricii*) (Ævar Petersen, 1976; Glick, 1983; De Wijs, 1985; Jones, 1988; Camphuysen, 1995 og 2007). Þannig var leitast við að svara spurningunum:

- 1.) er hægt að greina fellimörk í þekjufjöðrum yfirvængþakna armflugfjaðra langvía og stuttnefja og er munur á milli a) aldursþópa og/eða b) árstíma?
- 2.) Er hægt að aldursgreina langvíur útfrá stærð hvítra fjaðurenda undirvængþakna armflugfjaðra.
- 3.) Er hægt að greina á milli tegunda, langvíu og stuttnefja útfrá stærð vængs, a) sjónrænt og b) útfrá mælingum á þremur innstu handflugfjöðrum og þremur ystu armflugfjörðum.

Aðferðir

Auglýst var eftir sýnum úr afla veiðimanna og voru veiðimenn jafnan heimsóttir og fuglar skoðaðir og mældir samhliða verkun aflans. Sýnum var safnað á tímabilinu 17. maí 2020 – 18. nóvember 2021. Illa gekk að fá sýni sem innihéldu stuttnefjur og fugla úr öðrum landshlutum en af Austurlandi og var því gripið til þess ráðs að fá sýni af netadauðum fuglum og jafnvel ljósmyndir af afla úr öðrum landshlutum ef önnur gögn voru ekki fyrir hendi.

Álkur og lundar á fyrsta ári voru greindar frá eldri fuglum út frá einkennum á nefi (Ævar Petersen, 1976; De Wijs, 1985; Jones 1988) en stuttnefjur og langvíur út frá búrsu, sem er kirtill við endagörn fugla sem hverfur með aldrinum. Fuglar án sýnilegrar búrsu voru því skilgreindir sem fullorðnir, fuglar með búrsu lengri en 10 mm voru skilgreindir sem fuglar á fyrsta ári en fuglar með búrsu styttri en 10 mm sem fullvaxnir ókynþroska (Glick, 1983; Camphuysen, 1995 og 2007). Fuglar sem teknir voru til innvortis skoðunar voru auk þess kyngreindir og þegar færi gafst á voru kynkirtlar mældir, lengd og breidd eista eða mesta breidd stærstu eggfrumu auk ástands eggjaleiðara.

Vængir voru greindir út frá lögun brúnar hand og armflugfjaðra, sýnileika og umfangi fellimarka, þ.e. fjöldi upplitaðra og/eða eyddra fjaðra í yfirvængþökum armflugfjaðra (e. Greater secondary coverts), og lit fjaðurenda undirvængþakna armflugfjaðra (e. Greater secondary underwing coverts).

Hlutfall fugla með fellimörk eða hvíttyptar fjaðrir í undirvængþökum var borinn saman milli aldurshópa og tímabila með kíkvarðrat-prófi og eins var fjöldi upplitaðra fjaðra í yfirvængþökum armflugfjaðra borinn saman milli árstíma með stikuðu Mann Whitney U-prófi.

Svo nánar mætti kanna og magnsetja mun á stærð og lögun vængja milli tegunda var hlutsýni af vængjum stuttnefja og langvía tekið til frekari mælinga. Lengd þriggja innstu handflugfjaðra (p3-p1) og þriggja ystu armflugfjaðra (s1-s3) voru mældar. Fjaðrir voru mældar, með skíðmáli, frá þeim stað sem að þær komu upp úr ham að fjaðurenda, með nákvæmni upp á 0,1 mm. Meðallengdir voru bornar saman milli aldurshópa og tegunda með t-prófum. Kannað var hvort bæta mætti öryggi greininga með línulegri aðskilnaðargreiningu með endurtekningu (e. linear discriminant analysis with replacement (jack-knife)) með tveimur eða fleiri breytum (lengdum mismunandi fjaðra). Að lokum voru 94 vængir valdir af handahófi úr sýnum sem tekin höfðu verið til krufninga og voru þeir sjónrænt metnir með tilliti til tegundar og aldurs, útfrá vænglögum og fellimörkum, af tveimur athugendum til að kanna mun á milli athugenda á öryggi greininga.

Niðurstöður

Sýnasöfnun og samsetning sýnis

Alls var upplýsingum um 2046 fugla af fjórum tegundum safnað á tímabilinu. Þar af voru 1833 fuglar úr afla skotveiðimanna á Austfjörðum, 108 netadauðir fuglar sem fengust frá Norðausturlandi og 105 fuglar sem skotnir voru á Norðvesturlandi og greindir af ljósmyndum. Þar sem ekki var hægt að aldursgreina langvíur með vissu af ljósmyndum var ekki hægt að kanna aldurshlutföll fyrir langvíu á Norðvesturlandi (Af 2028 fuglum sem hægt var að aldursgreina með vissu reyndust 1201 vera fugl á fyrsta ári. Mest var af álkum á fyrsta ári, eða 941 af 977 álkum sem skoðaðar voru, næst komu langvíur en af 512 langvíum sem greindar voru, reyndust 257 vera fuglar á fyrsta ári. Af 32 stuttnefjum sem söfnuðust, reyndust tvær hafa búrsu yfir 10 mm og því taldar vera á fyrsta ári en af 506 lundum sem fengust til greininga var einn fugl á fyrsta ári (1. tafla).

Sýni af lundum fengust einungis að vori sem og allar stuttnefjur utan tveggja en ein stuttnefja fékkst að hausti og önnur að vetri. Sýni fengust á öllum árstímum af langvíu og álku en áberandi mikill munur var á aldursamsetningu þeirra eftir árstíma. Þau sýni sem fengust að hausti og vetri samanstóðu nær einvörðungu af fuglum á fyrsta ári. Sýni sem bárust að vori, þ.e. í febrúar og fram til loka veiðitíma 25. apríl voru að miklu leyti fullorðnir fuglar og þau sýni sem fengust í apríl samanstóðu nær einvörðungu af fullorðnum fuglum (Sjá nánar í Hálf dán Helgason o.fl., 2022).

1. tafla).

Töluvert var um að vængi vantaði á sýni sem að veiðimenn komu með að landi, þ.e. að vængir eyðilögðust eða rifnuðu af við verkun afla úti á sjó. Alls söfnuðust 33 vængir af stuttnefjum og 285 af langvíum. 24 langvíuvængjanna eyðilögðust í geymslu og því voru 261 vængir teknir til frekari greininga.

Af 2028 fuglum sem hægt var að aldursgreina með vissu reyndust 1201 vera fugl á fyrsta ári. Mest var af álkum á fyrsta ári, eða 941 af 977 álkum sem skoðaðar voru, næst komu langvíur en af 512 langvíum sem greindar voru, reyndust 257 vera fuglar á fyrsta ári. Af 32 stuttnefjum sem söfnuðust, reyndust tvær hafa búrsu yfir 10 mm og því taldar vera á fyrsta ári en af 506 lundum sem fengust til greininga var einn fugl á fyrsta ári (1. tafla).

Sýni af lundum fengust einungis að vori sem og allar stuttnefjur utan tveggja en ein stuttnefja fékkst að hausti og önnur að vetri. Sýni fengust á öllum árstímum af langvíu og álku en áberandi mikill munur var á aldursamsetningu þeirra eftir árstíma. Þau sýni sem fengust að hausti og vetri samanstóðu nær einvörðungu af fuglum á fyrsta ári. Sýni sem bárust að vori, þ.e. í febrúar og fram til loka veiðitíma 25. apríl voru að miklu leyti fullorðnir fuglar og þau sýni sem fengust í apríl samanstóðu nær einvörðungu af fullorðnum fuglum (Sjá nánar í Hálf dán Helgason o.fl., 2022).

1. tafla. Fjöldi sýna sem greind voru til aldurs og tegunda eftir tegundum, aldurshópum, mánuðum og tímabilum.

Tegund	Aldur	Haust		Vetur		Vor			Alls
		okt.	nóv.	des.	jan.	feb.	mars	apr.	
Lundi	Fullorðinn							505	505
	Á fyrsta vetri							1	1
	Alls							506	506
Langvía	Fullorðinn				1	19		230	250
	Fullvaxin ókynþroska					1		4	5
	Á fyrsta vetri	17	137	37	13	19	1	33	257
	Alls	17	137	37	14	39	1	267	512
Álka	Fullorðinn	1	1		2			20	24
	Fullvaxin ókynþroska	2	3		5	1		1	12
	Á fyrsta vetri	448	174	26	264	24		5	941
	Alls	451	178	26	271	25		26	977
Stuttnefja	Fullorðinn					29		1	30
	Fullvaxin ókynþroska		1						1
	Á fyrsta vetri		1			1			2
	Alls		2			30		1	33
Alls		468	317	63	285	94	1	800	2028

Aldursgreining út frá fellimörkum á yfirvængþökum armflugfjaðra

Á yfirvængþökum armflugfjaðra langvía mátti greina fellimörk á 91 væng af 261. Af 123 langvíum á fyrsta ári, greindum út frá búrsu, voru fellimörk sjáanleg á 90 (73 % \pm SE=4,0%). Ein fullvaxinn ókynþroska langvía af fimm í heildarsýni var með sýnileg fellimörk. Enginn þeirra 132 fullorðnu langvíum sem skoðaðar voru, höfðu sjáanleg fellimörk.

Árstíðabundinn munur á tíðni fellimarka á vængjum langvía á fyrsta ári var marktækur ($\chi^2=44$, $p<0.001$). Af 66 sýnum sem aflað var að hausti sýndu 64 (97,0 % \pm SE=2,0%) fellimörk, 4 af 5 að vetri (80,0 % \pm SE=19,0%) og 22 af 52 að vori (42,0 % \pm SE=6,9%) (2. tafla). Umfang fellimarka, þ.e. fjöldi upplitaðra fjaðra, breyttist einnig marktækt ($W=2723$, $p<0,001$) frá hausti (meðalfjöldi 2,44 (SD=0,91)) til vors (1,01 (SD=1,29)) (3. mynd).

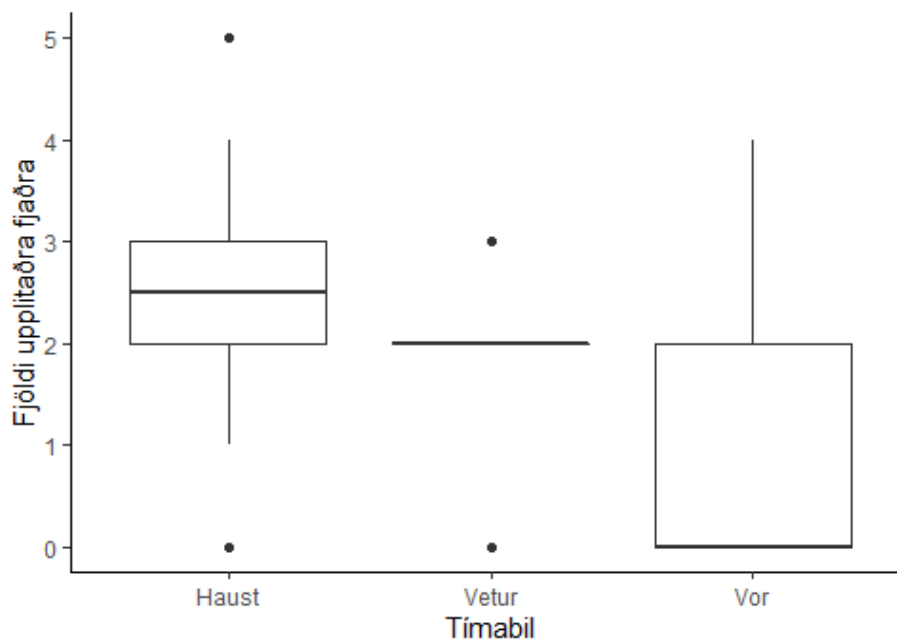
Suttnefjusýni sem fengust voru of fá til að leyfa ítarlegan samanburð, en fellimörk voru greinanleg á einum af tveimur fuglum á fyrsta ári en ekki á stökum fullvöxnum ókynþroska fugli né á neinum af þeim 30 fullorðnu sem fengust til skoðunar. Í yfirvængþökum armflugfjaðra einu stuttnefjunnar sem sýndi fellimörk voru 11 upplitaðar fjaðrir.



2. mynd. Vængir fullvaxinnar langvíu (t.v.) og langvíu á fyrsta ári (t.h.). Rauðu rammarnir sýna staðsetningar innfelldu myndanna á vængnum sem sýna skýr fellimörk (tvær upplitaðar þekjufjaðrir armflugfjaðra) á efri mynd og svo á neðri mynd, sama hluta vængs fullvaxna fuglsins sem er án fellimarka, þ.e. allar fjaðrir samlitar.

2. tafla. Fjöldi fugla með eða án sýnilegra fellimörk á yfirvængþökum armflugfjaðra eftir tegundum, aldurshópum og tímabilum.

Tegund	Aldurshópur	Sýnileg fellimörk á vængþökum armflugfjaðra	Fjöldi fugla		
			Að hausti	Að vetri	Að vori
Langvía	Fullorðnir	já		0	0
		nei		1	132
	Fullvaxnir ókynþroska	já			1
		nei			4
	Á fyrsta vetri	já	64	4	22
		nei	2	1	30
Stuttnefja	Fullorðnir	já			0
		nei			30
	Fullvaxnir ókynþroska	já	0		
		nei	1		
	Á fyrsta vetri	já	1		0
		nei	0		1

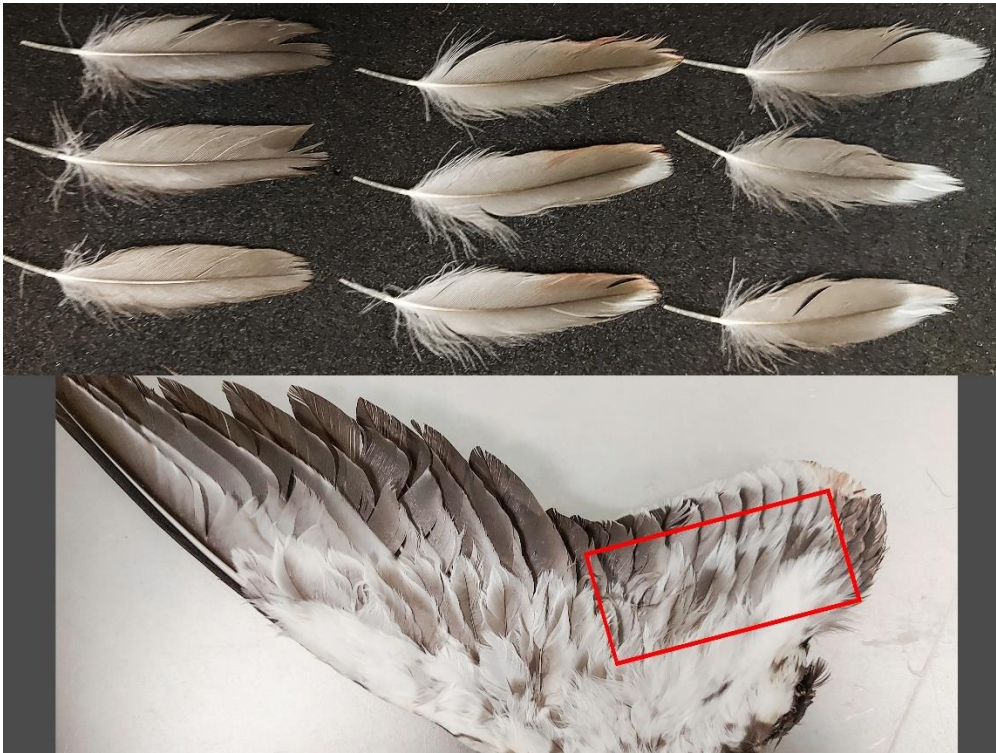


3. mynd. Dreifing, miðgildi og fjórðungsmörk fjölda upplitaðra fjaðra í yfirvængþökum armflugfjaðra langvía á fyrsta ári sem safnað var að hausti (n=66), vetri (n=5) og að vori (n=52).

Aldursgreining út frá lit fjaðurenda undirvængþakna armflugfjaðra langvía

Fjaðurendar undirvængþakna af 261 langvíu voru flokkaðir eftir umfangi hvíts litar sem stórir, smáir og engir hvítir endar (4. mynd). Af 123 langvíum á fyrsta ári flokkuðust 79 (64,2 % \pm SE=4,3%) með stóra hvíta enda, 12 (9,8 % \pm SE=2,8%) með smáa hvíta enda og 32 (26,0 % \pm SE=3,9%) voru án hvítra enda (3. tafla). Af 5 fullvöxnum ókynþroska fuglum var einn með stóra hvíta en hinir fjórir án. Flestir fullorðnir fuglar voru án hvítra enda, eða 123 (92,5 % \pm SE=2,2%) en 9 (6,8 % \pm SE=2,2%) höfðu smáa hvíta fjaðurenda og einn (0,8 % \pm SE=0,7%) stóra hvíta fjaðurenda.

Eins og með fellimörk á yfirvængþökum, var marktækur árstíðabundinn munur á tíðni hvítra fjaðurenda undirvængþakna armflugfjaðra ($\chi^2=29$, $p<0.001$). Að vori var meirihluti, 61,5% ($\pm SE=6,8\%$) fugla á fyrsta ári án hvítra fjaðurenda en um haustið voru allir fyrsta árs fuglar sem fengust til skoðunar með hvítt í fjaðurendum, þar af 95,4 % ($\pm SE=2,6\%$) með stóra hvíta enda.



4. mynd. Efri myndin sýnir undirvængþökufjaðrir armflugfjaðra þriggja langvíá með: enga hvíta fjaður enda (t.v.), smáa hvíta fjaður enda (f.m.) og stóra hvíta fjaðurenda (t.h.). Neðri myndin sýnir afstöðu undirvængþökufjaðra armflugfjaðra (innan rauða rammans) á langvíuvæng með stóra hvíta fjaðurenda á undirvængþökufjöðrum armflugfjaðra.

3. tafla. Skipting langvíá eftir lit á fjaðurenda undirvængþakna armflugfjaðra eftir aldri og árstíma.

Fjaðurendar undirvængþakna armflugfjaðra	Aldurshópur	Árstími		
		Haust	Vetur	Vor
Engir hvítir endar	Fullorðinn		1	122
	Fullvaxnir ókynþroska			4
	Á fyrsta vetri			32
Smáir hvítir endar	Fullorðinn			9
	Fullvaxnir ókynþroska			
	Á fyrsta vetri	3		9
Stórir hvítir endar	Fullorðinn			1
	Fullvaxnir ókynþroska			1
	Á fyrsta vetri	63	5	11

Tegundagreining út frá sjónrænu mati

Auðvelt reynist að greina á milli vængja langvíú og stuttnefju út frá lögun þeirra. Sjónrænt mat athuganda (HHH) var að á öllum vængjum langvíú ($n=261$) mynduðu arm- og handflugfjaðrir

vel greinanlega S-laga brún og á öllum vængjum stuttnefja (n=33) mynduðu endar hand- og armflugfjaðra beina brún (5. mynd). Þar að auki voru vængir stuttnefja sýnilega stærri en vængir langvía.



5. mynd. Vængir fullorðinnar stuttnefju (að ofan) og fullorðinnar langvíu (að neðan). Mismunur á lögun brúnar enda handflugfjaðra er nokkuð áberandi, S-laga á langvíu en bein á stuttnefju. Á myndinni er munurinn nokkuð ýktur þar sem vængirnir þornuðu og hörnuðu mismikið útréttir og ekki fengust fleiri stuttnefju sýni til að mynda. Það er þó ekki talið koma að sök þar sem munurinn var nokkuð áberandi á öllum vængjum sem teknir voru til skoðunar.

Tegundagreining útfrá mælingum á arm og handflugfjögurum

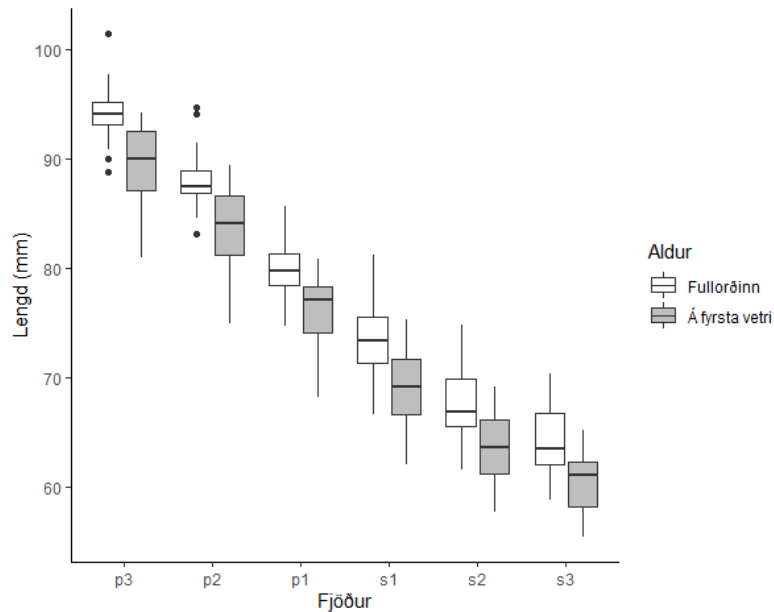
Hlutsýni, sem tekið var til nánari skoðunar og magnsetningar á mun stærðar og lögunar vængja milli tegunda, samanstóð af vængjum 30 fullorðinna og tveggja stuttnefja á fyrsta ári og 30 fullorðinna, tveggja fullvaxinna ókynþroska og 27 langvía á fyrsta ári. Ekki tókst að fá nægjanlega mörg sýni af fyrsta árs stuttnefjum til að geta borið saman blandað sýni, með tilliti til aldurs, líkt og Wilhelm o.fl. 2008 og því þurfti að að kanna hvort munur væri til staðar á lengd fjaðra eftir aldurshópum hjá langvíum. T-próf á lengdum þriggja innstu handflugfjaðra, p3-p1 og þriggja ystu armflugfjaðra s1-s3, leiddu í ljós að marktækur munur var á meðallengd fjaðrana eftir aldurshópum langvía en þó líklega ekki nægur til að hann sé nothæfur til aðgreiningar (4. tafla og 6. mynd). Það verður þó að túlka þannig að varhugavert sé að bera saman sýni af vænglengdum blandaðra aldurshópa langvía við sýni sem samanstendur nær eingöngu af fullorðnum stuttnefjum. Því miðaðist samanburður mælinga milli tegunda eingöngu við fjaðurlengdir fullorðinna fugla. Fjaðrir fullorðinna stuttnefja voru marktækt lengri en fjaðrir fullorðinna langvía. Munurinn var umtalsverður eða um 8 mm á meðallengd handflugfjaðra milli tegunda og 12 mm á meðallengd armflugfjaðra sem samsvarar tveggja og fjögurra staðalfrávika mun (5. tafla). Í raun var munurinn það mikill á lengd annarar og þriðju armflugfjaðrar að heildarspannir mælinga sköruðust ekki á milli tegunda (87,2 -75,2 mm og 82,6-71,9 mm á stuttnefjum en 74,8-61,5 mm og 70,3-58,8 mm hjá langvíum) (7. mynd). Það orsakaði vandamál við útreikninga á aðskilnaðarfalli en of mikill munur leiddi til þess að líkön náðu ekki samþættingu (e. convergence) og því var tegundagreining ekki bætt með aðskilnaðarfalli með fleiri þáttum en lengd annarar (s2) eða þriðju armflugfjaðrar (s3).

4. tafla. Meðalgildi fjaðurlengdar langvía (ásamt staðalfrávik) og niðurstöður samanburðar (t-próf) milli aldurshópa á lengd þriggja innstu handflugfjaðra (p3-p1) og þriggja ystu armflugfjaðra (s1-s3).

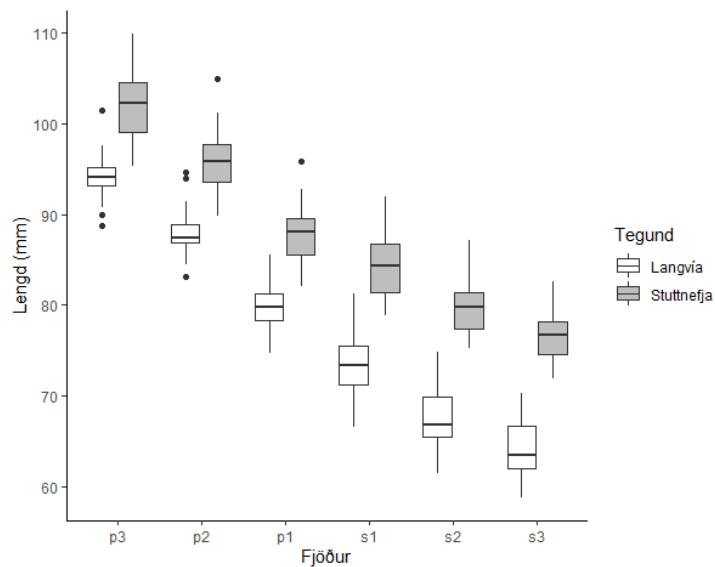
Fjöður	Fullorðnar langvíur (n=30)		Langvíur á fyrsta vetri (n=27)		Samanburður	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	t	P-gildi
p3	94.1	2.5	89.0	4.4	5.27	p>0.0001
p2	88.1	2.6	83.3	4.2	5.13	p>0.0001
p1	79.8	2.5	75.9	3.7	4.58	p>0.0001
s1	73.4	3.3	69.1	3.3	4.95	p>0.0001
s2	67.6	3.0	63.6	3.0	5.03	p>0.0001
s3	64.3	2.9	60.4	2.8	5.17	p>0.0001

5. tafla. Meðalgildi fjaðurlengda fullorðinna stuttnefja og langvía (ásamt staðalfrávik) og niðurstöður samanburðar (t-próf) milli tegunda á lengd þriggja innstu handflugfjaðra (p3-p1) og þriggja ystu armflugfjaðra (s1-s3).

Fjöður	Fullorðnar langvíur (n=30)		Fullorðnar stuttnefjur (n=30)		Samanburður	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	t	P-gildi
p3	94.1	2.5	102.0	3.5	10.1	p>0.0001
p2	88.1	2.6	95.9	3.4	10.1	p>0.0001
p1	79.8	2.5	87.8	3.3	10.6	p>0.0001
s1	73.4	3.3	84.2	3.3	12.7	p>0.0001
s2	67.6	3.0	79.7	2.9	15.9	p>0.0001
s3	64.3	2.9	76.6	2.7	16.9	p>0.0001



6. mynd. Lengdardreifing þriggja innstu handflugfjaðra (p3-p1) og þriggja ystu armflugfjaðra (s1-s3) fyrir fullorðnar langvíur og langvíur á fyrsta ári.



7. mynd. Lengdardreifing þriggja innstu handflugfjaðra (p3-p1) og þriggja ystu armflugfjaðra (s1-s3) hjá fullorðnum langvíum og stuttnefjum.

Samanburður milli athugenda

Til að meta samræmi milli athugenda voru 94 vængir valdir af handahófi úr sýnum sem höfðu þegar verið greind. Vængirnir voru sjónrænt metnir með tilliti til tegundar (vænglögunar) og aldurs (fellimörkum þekjufjaðra armflugfjaðra) af tveimur athugendum (HHH og YK). Sýnið samanstóð af 69 langvíu- og 25 stuttnefjuvængjum, stuttnefjurnar voru 23 fullorðnir fuglar og tvær á fyrsta ári en langvíurnar voru 25 fullorðnir fuglar, 4 fullvaxnir ókynþroska fuglar og 40 voru á fyrsta vetri.

Tilraun til tegundagreininga leiddi í ljós að athugendur voru sammála um tegund í öllum tilfellum nema einu, eða í 98.9% tilfella, en í því tilfelli taldi annar þeirra langvíu ranglega vera stuttnefju.

Við aldursgreiningar útfra fellimörkum voru 22 fuglar rangt greindir, þar af sömu 21 af báðum athugendum. Ranglega greindir vængir voru af einum fullvöxnum ókynþroska fugli sem sýndi fellimörk á væng og var því talinn vera á fyrsta vetri og vængir 20 einstaklinga á fyrsta vetri sem höfðu ekki sýnileg fellimörk og voru því greindir sem fullorðnir. Athugendur greindi svo á um fellimörk á stökum væng af fyrsta árs fugli. Í raun var því ósamræmi milli athugenda í aldursgreiningum aðeins einn fugl. Öllum þeim 20 fuglum á fyrsta vetri sem athugendur voru sammála um að ekki hefðu sýnileg fellimörk var safnað að vori sem undirstrikar að erfiðara og ónákvæmara er að beita þessari aðferð eftir því sem að líður á vorið.

Við þetta má bæta að við lokaúrvinnslu bárust vængir af 116 langvíum sem safnað hafði verið á Austfjörðum í byrjun nóvember 2021. Báðir athugendur skoðuðu sýnið og voru sammála um að á öllum vængjum væru augljós fellimörk sem var í fullkomnu samræmi við niðurstöður krufninga. Mælingum og skráningu þeirra sýna var þó á þeim tímapunkti ekki lokið og var því mat þetta ekki tekið inn í samanburðinn.

Umræða

Tegunda- og aldursgreining, eins og hér er lýst, þ.e. útfra útliti og stærð vængja er hraðvirk og samkvæmt niðurstöðum þessarar rannsóknar örugg leið til að greina langvíur og stuttnefjur í sundur og fyrsta árs langvíur frá eldri langvíum í haust- og vetrarveiði. Æskilegt hefði verið að hafa betra sýni fyrir stuttnefjur, sér í lagi fyrsta árs fugla. Skortur á stuttnefjum í sýni verður að teljast nokkuð undarlegur miðað við hlutdeild stuttnefja í uppgefnum veiðitölum sem berast Umhverfisstofnun (2021) en fleiri en ein skýring kann að vera þar á (sjá nánar í Hálfán Helgason o.fl., 2022). Það má teljast nokkuð ásættanleg niðurstaða að greina megi milli langvíu og stuttnefju í 98-100% tilfella útfra vænglögum og að greina megi fyrsta árs langvíur útfra fellimörkum að hausti og vetri (98 og 80% tilvika). Wilhelm o.fl., (2008) fengu svipaðar niðurstöður, 95 % stuttnefja (n=84) á fyrsta ári sýndu skýr fellimörk en 94% (n=86) langvía á fyrsta vetri. Engin fullvaxin langvía (n=68) en 9 % fullorðinna stuttnefja (n=78) báru sjáanleg fellimörk.

Wilhelm og félagar, (2008) söfnuðu sýnum úr veiði á tveimur tímabilum, nóvember-desember og febrúar-mars og þó að ekki hafi verið marktækur munur á fjölda upplitaðra og eyddra þekjufjaðra armflugjaðra á milli tímabila þá fækkaði þeim samt sem áður að meðaltali fyrir báðar tegundir (Wilhelm ofl., 2008). Að því gefnu að íslenskar langvíur fylgi sama fjaðraskiptakerfi og Pyle, (2009) lýsti fyrir langvíur í norðvestur Atlantshafi og að engum fjöðrum á væng sé skipt út í felli unga að vori (e. first cycle prealternate molt) er erfitt að skilja hvers vegna marktækur munur er á fjölda eldri fjaðra milli tímabila hjá íslenskum langvíum á fyrsta ári. Miðað við há hlutföll unga með fellimörk að hausti og fram eftir vetri er líklegasta skýringin að hluti unganna felli hluta vængþakna að vori. Ef svo er vekur það samt óneitanlega upp spurningar um hvenær að vori þetta felli á sér stað og hvort að mögulega megi nýta lengd þekjufjaðra til aldursgreininga á þessu tímabili. Lítið fékkst af sýnum í febrúar og mars, sérstaklega af fuglum á fyrsta vetri. Stefnt er að því að reyna að bæta við sýnum í safnið, til að byrja með a.m.k. frá Austurlandi út vorið 2022. Þar hefur veiðin að hausti og vetri 2021, samkvæmt reyndum veiðimönnum, ekki verið eins mikil í nokkuð mörg ár eða a.m.k. áratug (munnlegar upplýsingar Páll Leifsson, Sævar Guðjónsson og Óðinn Logi Þórisson, 2021). Æskilegt væri einnig að safna sýnum í fleiri landshlutum en miðað við niðurstöður þessarar

rannsóknar væri nægjanlegt að safna vængjum til að fá örugga tegundagreiningu og aldursgreiningu a.m.k. fram að vori, auk ljósmynda af goggum álkna og lunda í afla. Til að auka öryggi greininga væri þá ákjósanlegast, a.m.k. til að byrja með, að safna fleiri stuttnefjum til mælinga og jafnvel einstaklingum allra fjögurra tegundanna úr fleiri landshlutum.

Auk beinna veiða drepst árlega nokkurt magn sjófugla í veiðarfærum hér við land, sem eykur enn á beint inngríp mannsins í stofnvöxt þessara tegunda (Dunn & Steel, 2001; Ævar Petersen, 2002; Christensen-Dalsgaard o.fl., 2019; Hafrannsóknastofnun, 2019). Þessi beinu inngríp mannsins leggjast við áhrif vegna breytinga á vistkerfum tengdum loftslagsbreytingum (Descamps o.fl., 2013; Fluhr o.fl., 2017) og þar með á fæðuframboði (Carscadden o.fl., 2013; Hafrannsóknastofnun, 2016) sem eru líklega ráðandi þættir um stofnþróun tegundanna. Notagildi greininga á vængjum er ekki bundið við könnun á samsetningu afla veiðimanna. Aðferðin gæti einnig nýst við rannsóknir á fuglum sem drepast í veiðarfærum, svartfugla-rekum “mass mortality events” eða umhverfisslysum. Skoðun vængja er fljótlegri en krufning til skoðunar á innkirtlum og/eða höfuðkúpu, sem þar að auki er ekki alltaf mögulegt vegna ástands sýna (Camphuysen, 2007).

Framkvæmd verksins tókst nokkuð vel þó að oft hafi fuglar verið krufðir í kappi við tímann þegar veiðimenn voru að verka þann afla sem að þeir höfðu komið með að landi. Þá var stuttnefjum og langvíum forgangsraðað fram yfir álkur og lunda sem aldursgreina mátti útfrá einkennum á nefi. Í upphafi hafði þeirri spurningu verið velt upp hvort hægt væri að greina álkur frá langvíum og stuttnefjum, sjónrænt útfrá hlutfallslegri stærð hvítra fjaðurenda innstu armflugfjaðra. Fljótlega var þó hætt við þau áform þar sem einkenni á borði við stærð vængja, lit undirvængja, vænglöggun, auk fyrrnefndra fjarðurenda voru það augljóslega frábrugðin langvíu og stuttnefju að ekki þótti þörf á að eyða frekari tíma til þess verks. Eftir á að hyggja voru það mistök og ekki var tekið nægjanlegt sýni til að greina fellimörk á álkuvængjum sem hefði verið ákjósanlegt. Á hinn bóginn vatt verkefnið upp á sig og fór langt út fyrir þann tíma og kostnaðarramma sem að því var upphaflega ætlaður.

Það er þó ljóst að góður grundvöllur er fyrir vængjasöfnun, a.m.k. út janúar, til aldurs- og tegundagreininga afla skotveiðimanna sem mögulega mætti einnig útfæra með ljósmyndun á nefjum álkna og lunda. Mikilvægt er að sannreyna veiðitölur sem skilað er til Umhverfisstofnunar, sér í lagi fyrir tegundir sem snúið getur verið að greina í sundur. Með tegundagreiningu út frá útliti vængja væri hægt að sannreyna hlutföll þessara tegunda í afla þeirra veiðimanna sem tækju þátt. Það varð skýrsluhöfundum fljótlega ljóst að greiningu og skráningu afla veiðimanna er að öllum líkindum ábótavant (Sjá nánar í Hálfván Helgason o.fl., 2022). Kann það að helgast, a.m.k. að hluta af þeirri orðvenju að kalla álkur stuttnefjur. Sumir þeirra veiðimanna sem rætt var við vildu þó meina að þetta heiti ætti einungis við álkur á fyrsta ári, en aðrir virtust kalla allar álkur þessu heiti (eigin athuganir). Svo langt sem skýrsluhöfundar vita er þetta einungis bundið við Austurland en þó er ekkert ólíklegt að þetta kunni að vera lenska víðar.

Þakkir

Höfundar þakka öllum þeim veiðimönnum sem sendu inn sýni til aldursgreininga úr afla sínum og öðrum þeim sem lögðu verkefninu lið. Sérstaklega viljum við koma á framfæri þökkum til Sævars Guðjónssonar og Hjörvars Moritz fyrir afnot af aðstöðu til greininga sýna. Kristjání Lilliendahl, Arnþóri Garðarssyni og Sigurði Ægissyni er þakkað fyrir veitta ráðgjöf. Þakkir fyrir ráðleggingar við úrvinnslu fá Kristján Ketill Stefánsson og Francisco Javier Ancin Murguzur.

Heimildir

- Anonymous 2020. Erindring om de gældende jagttider, dagskvoter og gældende regler for salg af lomvier, jf. Selvstyrets bekendtgørelse nr. 17 af 28. oktober 2019 om beskyttelse og fangst af fugle.. – Government of Greenland.
https://naalakkersuisut.gl/da/Naalakkersuisut/Nyheder/2020/10/2810_lomvier (Sótt nóvember 2021)
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Krasnov, Y. & Aarvak, T. 2008. Biometrics as a determinant of the origins of seabirds killed in oil spills and other incidents. *Bird Conserv. Int.* 18:229–241.
- Christensen-Dalsgaard, S., T. Anker-Nilssen, R. Crawford, A. Bond, G.M. Sigurðsson, G. Glemarec, E.S. Hansen, M. Kadin, L. Kindt-Larsen, M. Mallory, F.R. Merkel, A. Petersen, J. Provencher, K.M. Bærum 2019. What's the catch with lumpsuckers? A North Atlantic study of seabird bycatch in lump sucker gillnet fisheries. *Biol. Conserv.* 240: 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108278>
- Camphuysen, C. J. 1995. Ageing Guillemots and Razorbills in the hand. *Sula*, 9(August), 1–22.
- Camphuysen, C. J., & Camphuysen, K. 2005. Assessing age and breeding origin of wrecked little auks alle alle: the use of biometrics and a variable underwing pattern. *Atlantic Seabirds*, 7(2), 49–70.
- Camphuysen C.J. 2007. Alcidae: Auks. Technical documents 4.1, Handbook on Oil Impact Assessment, version 1.0. Online edition, www.oiledwildlife.eu
- Carscadden J.E., H. Gjøsæter, H. Vilhjálmsson 2013. A comparison of recent changes in distribution of capelin (*Mallotus villosus*) in the Barents Sea, around Iceland and in the Northwest Atlantic. *Prog Oceanogr* 114:64–83. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2013.05.005>
- De Wijs W.J.R. 1985. Reliability of ageing Razorbills. *Seabird* 8: 58.
- Descamps S., Strøm H. & Steen H. 2013. Decline of an Arctic top predator: synchrony in colony size fluctuations, risk of extinction and the subpolar gyre. *Oecologia* 173, 1271–1282, <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-013-2701-0>.
- Dunn, E. & C. Steel 2001. The impact of longline fishing on seabirds in the north-east Atlantic: recommendations for reducing mortality. RSPB, NOF, JNCC and BirdLife Int. 108 bls.
- Efron, B. & R.J. Tibshirani 1993. An introduction to the bootstrap. – Chapman & Hall, London.
- Falk K. & J. Durinck 1992. Thick-billed Murre Hunting in West Greenland. *Arctic* 45: 167-178.
<https://doi.org/10.14430/arctic1390>
- Fluhr J., Strøm H., Pradel R., Duriez O., Beaugrand G. & Descamps S. 2017. Weakening of the subpolar gyre as a key driver of North Atlantic seabird demography: a case study with Brünnich's guillemots in Svalbard. *Marine Ecology Progress Series* 563, 1–11,
<http://dx.doi.org/10.3354/meps11982>.
- Frederiksen, M., J.F. Linnebjerg, F.R. Merkel, S.I. Wilhelm, & G. Robertson 2019. Quantifying the relative impact of hunting and oiling on Brünnich's guillemots in the North-west Atlantic. *Polar Research* 38: 1-11. <https://doi.org/10.33265/polar.v38.3378>

- Glick B. 1983. Bursa of Fabricius. In: D.S. Farner, J.R. King & K.C. Parkes (eds). *Avian Biology*, VII: 443-500
- Hafrannsóknastofnun 2016. Nytjastofnar sjávar 2015/2016 og aflahorfur fiskveiðiárið 2016/2017. Hafrannsóknir 185. 188 s. [<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/fjolrit-185.pdf>]
- Hafrannsóknastofnun 2019. Meðafli fugla og sjávarspendýra í grásleppuveiðum 2014-2018.
- Hálf dán H. Helgason, Yann Kolbeinsson, Páll Leifsson, Sindri Gíslason og Þorkell Lindberg Þórarinsson 2022. Könnun á aldurs- og tegundasamsetningu svartfugla afla á Austfjörðum 2020-2021. Náttúrustofa Austurlands, NA-220225, 14 blaðsíður.
- Jones P. H. 1988. Post-fledging wing and bill development in the Razorbill (*Alca torda islandica*), *Ringing & Migration*, 9:1, 11-17, DOI: 10.1080/03078698.1988.9673916
- Labansen A. L., Merkel F. & Mosbech A. 2021. Reactions of a colonial seabird species to controlled gunshot disturbance experiments," *Wildlife Biology*. doi: 10.2981/wlb.00752
- Linnebjerg J.F., Frederiksen M., Kolbeinsson Y., Snaethórsson A.Ö., Thórisson B. & Thórarinsson T.L. 2018. Non-breeding areas of three sympatric auk species breeding in three Icelandic colonies. *Polar Biology* 41, 1951–1961, <http://dx.doi.org/10.1007/s00300-018-2334-1>.
- Menja von Schmalensee, Kristinn H. Skarphéðinsson, Hildur Vésteinsdóttir, Tómas G. Gunnarsson, Páll Hersteinsson, Auður L. Arnþórsdóttir, Hólmfríður Arnardóttir og Sigmar B. Hauksson 2013. Vernd, velferð og veiðar villtra fugla og spendýra. Lagaleg og stjórnsýsluleg staða og tillögur um úrbætur. Skýrsla unnin fyrir umhverfis- og auðlindaráðherra. 350+xi bls. ásamt viðaukum.
- Merkel B, Descamps S, Yoccoz NG, Danielsen J, Daunt F, Erikstad KE, Ezhov AV, Grémillet D, Gavrilo M, Lorentsen SH, Reiertsen TK, Steen H, Systad GH, Þórarinsson ÞL, Wanless S, Strøm H. 2019. Earlier colony arrival but no trend in hatching timing in two congeneric seabirds (*Uria* spp.) across the North Atlantic. *Biol Lett*. 2019 Oct 31;15(10):20190634. doi: 10.1098/rsbl.2019.0634. Epub 2019 Oct 23. PMID: 31640526; PMCID: PMC6832195.
- Merkel, F., A.L. Labansen, D. Boertmann, A. Mosbech, C. Egevang, K. Falk, J.F. Linnebjerg, M. Frederiksen & K. Kampp 2014. Declining trends in the majority of Greenland's thick-billed murre (*Uria lomvia*) colonies 1981-2011. *Polar Biology* 37: 1061-1071. <https://doi.org/10.1007/s00300-014-1500-3>
- seatrack.seapop.no 2021. Upplýsingar sóttar um útbreiðslu langvía og stuttnefja sóttar úr vefsíðu SEATRACK verfnisins, www.seatrack.seapop.no (sótt í október 2021)
- Sturludóttir, E., Nielsen, O.K. and Stefansson, G. 2018., Evaluation of ptarmigan management with a population reconstruction model. *Jour. Wild. Mgmt.*, 82: 958-965. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21458>
- Sutherland, W.J. 2001. Sustainable exploitation: a review of principles and methods. *Wildl. Biol.* 7: 131-140. <https://doi.org/10.2981/wlb.2001.017>
- Umhverfisstofnun 2021. <https://www.ust.is/veidi/veiditolur/> [Sótt í Nóvember 2021]
- Yann Kolbeinsson, Þorkell Lindberg Þórarinsson, Cristian Gallo, Erpur Snær Hansen, Jón Einar Jónsson, Róbert Arnar Stefánsson, Sindri Gíslason & Arnþór Garðarsson 2019. Vöktun bjargfuglastofna á Íslandi.

Petersen, Æ. 1976. Size variables in puffins *Fratercula arctica* from Iceland, and bill features as criteria of age. *Ornis Scandinavica* 7, 185–192, doi: 10.2307/3676188.

Pyle, P. 2009. Age determination and molt strategies in North American alcids. *Marine ornithology*, 37, 219-226.

Ævar Petersen 2002. Fugladauði í veiðarfærum í sjó við Íslands. *Náttúrufræðingurinn* 71: 52-61

Wilhelm, S. I., Gilliland, S. G., Robertson, G. J., Ryan, P. C., & Elliot, R. D. 2008. Development and Validation of a Wing Key to Improve Harvest Management of Alcids in the Northwest Atlantic. *Journal of Wildlife Management*, 72(4), 1026–1034.
<https://doi.org/10.2193/2007-232>

NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

Bakkavegi 5 • 740 Neskaupstað • Sími 477-1774 • na@na.is • www.na.is
Tjarnarbraut 39b • 700 Egilsstöðum