




# Plast í meltingarvegi fýla við Ísland árið 2021



Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Brynjólfur Brynjólfsson

Desember 2021

N á t t ú r u s t o f a  
N o r ð a u s t u r l a n d s

 <b>Náttúrustofa</b> Norðausturlands		Hafnarstétt 3 640 Húsavík Sími: 464 5100	www.nna.is nna@nna.is
<b>Skýrsla nr.</b> NNA-2105	<b>Dags.</b> 27. desember 2021	<b>Dreifing:</b> Opin	
<b>Heiti skýrslu/aðal- og undirtitill:</b> Plast í meltingarvegi fýla við Ísland árið 2021		<b>Upplag:</b> Rafræn útgáfa	
		<b>Síðufjöldi:</b> 9	
		<b>Fjöldi viðauka:</b>	
<b>Höfundar:</b> Aðalsteinn Örn Snæþórsson og Brynjólfur Brynjólfsson			
<b>Unnið fyrir:</b> Umhverfisstofnun			
<b>Samstarfsaðilar:</b>			
<p><b>Samantekt</b></p> <p>Náttúrustofa Norðausturlands annast vöktun á plasti í meltingarvegi fýla við Ísland fyrir Umhverfisstofnun. Vöktunin hófst árið 2018 en hér er gert grein fyrir niðurstöðum ársins 2021. Alls var 17 fýlum safnað frá línubátum út af Vestfjörðum og Suðvesturlandi. Sýni þessa eina árs er of lítið til að hægt sé að draga af því víðtækar ályktanir. Heildarfjöldi fýla frá því vöktun hófst er hins vegar kominn í 138 og hefur 68% þeirra verið með plast í meltingarvegi.</p> <p>OSPAR hefur sett sér s.k. EcoQO staðal um plastmengun í fýlum. Þessi staðall miðar við að hlutfall fýla með meira en 0,1 g af plasti í meltingarvegi skuli vera innan við 10%. Heildarniðurstaða þessarar vöktunar sýnir hlutfallið 14% sem er nokkuð yfir viðmiðinu. Hins vegar er þetta hlutfall minna en á flestum öðrum svæðum í Norður-Atlantshafi þar sem rannsóknir á plasti í meltingarvegi fýla hefur farið fram.</p> <p><b>Summary</b></p> <p><i>The Northeast Iceland Nature Research Centre has been monitoring plastic ingestion by northern fulmars (Fulmarus glacialis) in Icelandic waters for the Environment Agency of Iceland since 2018. In this report we show results for 2021 as well as the overall results since 2018. In 2021 a total of 17 fulmars were obtained from bycatch of long line fishing boats, from Northwest (12) and Southwest (5) Iceland. A total of 138 fulmars have now been analysed since 2018, 68% of which had plastics in their stomach.</i></p> <p><i>According to the Ecological Quality Objective (EcoQO), defined by OSPAR, less than 10% of fulmars should have 0.1 g or more of ingested plastics. The overall result of this monitoring shows 14% of fulmars having more than 0.1 g of plastics. This is lower than in most other N-Atlantic areas though quite above the target.</i></p>			
<b>Lykilorð:</b> mengun, vöktun, hafið, Norður-Atlantshaf, plast		<b>Yfirfarið:</b> YK	

# PLAST Í MELTINGARVEGI FÝLA VIÐ ÍSLAND ÁRIÐ 2021

Aðalsteinn Örn Snæpórsson og Brynjólfur Brynjólfsson

NNA-2105

Húsavík, desember 2021



N á t t ú r u s t o f a  
N o r ð a u s t u r l a n d s

## Efnisyfirlit

1. Inngangur.....	3
2. Aðferðir.....	3
3. Niðurstöður .....	4
4. Umræða.....	7
5. Þakkir .....	8
6. Heimildir .....	9

## 1. Inngangur

Rannsóknir á plasti í meltingarvegi fýla (*Fulmarus glacialis*) er orðin viðurkennd aðferð til vöktunar á plasti í hafinu enda þykja þeir henta einkar vel til þess (Provencher o.fl. 2017). Fýlar eru algengir fuglar á norðurslóðum sem afla sér fæðu eingöngu á hafi úti, eru fyrst og fremst yfirborðsætur og þekktir fyrir að gleypa alls kyns úrgang. Ólíkt mörgum öðrum tegundum æla fýlar ekki ómeltanlegum hlutum heldur safnast þeir fyrir í maga og fóarni, þar sem þeir brotna smám saman niður í smærri búta sem að lokum skila sér út með driti. Undantekning frá þessu eru varpfuglar sem æla fæðu í unga en við það færast plastið frá foreldri til unga. Plast sem finnst í kynþroska fýl hefur því oftast verið að safnast upp frá síðasta varptíma. Að lokum má nefna að auðvelt er að nálgast fýla til þessara rannsókna þar sem margir drepast í veiðarfærum eða finnast dauðir í fjörum (Van Franeker & SNS Fulmar Study Group 2013). Af þessum ástæðum hafa margar rannsóknir verið gerðar víða um heim á plasti í fýlum. Í Norður-Atlantshafi virðist tilhneigingin vera til þess að plast aukist eftir því sem sunnar dregur og um leið í átt til meira þéttbýlis (Provencher o.fl. 2017, Avery-Gomm 2018).

Árið 1997 gerðist Ísland aðili að OSPAR samningnum um verndun Norðaustur-Atlantshafsins. Í samningnum eru ákvæði um reglubundna vöktun á ástandi hafsvæðisins. Magn plastics í meltingarvegi fýla er einn þeirra þátta sem vaktaður er. Hér á landi hófst sú vöktun árið 2018 (Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2018, 2019, 2021) og er hér gerð grein fyrir niðurstöðum rannsókna árið 2021.

## 2. Aðferðir

Vöktun plastics í fýlum fylgir staðlaðri aðferðafræði sem upphaflega var notuð í verkefni á vegum Evrópusambandsins sem hét „Save the North Seas“ og miðaði að því að minnka rusl í hafinu. OSPAR tók þessa vöktun yfir árið 2002 og hefur svæðið sem notað er til grundvallar vöktuninni stækkað og löndum sem taka þátt fjölgað (Van Franeker o.fl. 2018). Viðmið OSPAR fylgir EcoQO staðli sem felur í sér að minna en 10% fýla hafi yfir 0,1 g af plasti í meltingarvegi (OSPAR 2010).

Við strendur meginlands Evrópu eru þeir fýlar sem notaðir eru í vöktunina fyrst og fremst fuglar sem fundist hafa dauðir í fjörum (Van Franeker o.fl. 2018). Hér á landi er ekki eins mikið um fjöruvaktanir og -hreinsanir og því ekki aðgengi að dauðum fuglum frá slíkum verkefnum. Sú leið var því farin að safna fýlum sem höfðu flækst í veiðarfærum og drepist við það. Haft var samband við sjómenn og þeir beðnir um að safna saman fýlum sem flæktust í veiðarfærum þeirra. Óskað var eftir að með hverjum fugli væri skráð dagsetning og staðsetning en það gekk ekki alltaf eftir. Fuglarnir voru geymdir í frysti uns krufning var framkvæmd.

Krufningin fylgdi staðlaðri aðferðafræði sem fram kemur í handbók sem gerð hefur verið fyrir vöktunina (Van Franeker o.fl. 2018). Samhliða krufningunni voru framkvæmdar stærðarmælingar, athugun á holdafari og ástandi líffæra. Þessar niðurstöður eru geymdar í gagnagrunni Náttúrustofunnar. Kynkirtlar voru skoðaðir til að ákvarða kyn og aldur. Fuglarnir voru flokkaðir í tvo aldursflokka, fullorðna (e. *adult*) þar sem kynkirtlar sýndu merki þess að vera virkir og ungfugla (e. *nonad*) þar sem kynkirtlar voru óþroskaðir.

Maginn, ásamt fóarni og stærstum hluta vélinda, var fjarlægður með því að klippa vélinda eins ofarlega og hægt var og þarma rétt neðan fóarns. Maginn var opnaður með því að klippa langsum eftir honum og innihald látið í sigti með 1 mm möskvastærð. Maginn var svo skolaður vel undir vatnsbunu yfir sigtinu. Magainnihald var skolað og losað í sundur. Allir hlutir í magainnihaldi sem ekki fóru í gegnum sigtið voru teknir frá nema mjög greinilegar náttúrulegar fæðuagnir s.s. bein eða bitar af lífverum.

Hlutirnir sem teknir voru frá voru skoðaðir undir víðsjá til að ákvarða eðli þeirra, þ.e. hvort um plast væri að ræða eða náttúrulega fæðu. Plastagnir voru láttnar þorna við stofuhita og flokkaðar í tvo flokka, iðnaðarplast eða neysluplast. Til iðnaðarplasts töldust litlir sívalir plastkubbar (e. *pellets*) sem notaðir eru í iðnaði. Afgangurinn, plastbútar eða brot, þræðir, bönd, filmur og frauð töldust til neysluplasts. Fjöldi eininga í hvorum flokki var talinn og þyngd mæld á vog með nákvæmni upp á 0,0001 g. Plast úr hverjum fýl var að lokum ljósmyndað á millimetrappír til að greina stærð (1. mynd). Ljósmyndir eru geymdar í myndabanka Náttúrustofunnar. Plast sem fannst í hverjum fýl er geymt hjá Náttúrustofunni en líkamsleifum fuglanna var fargað.

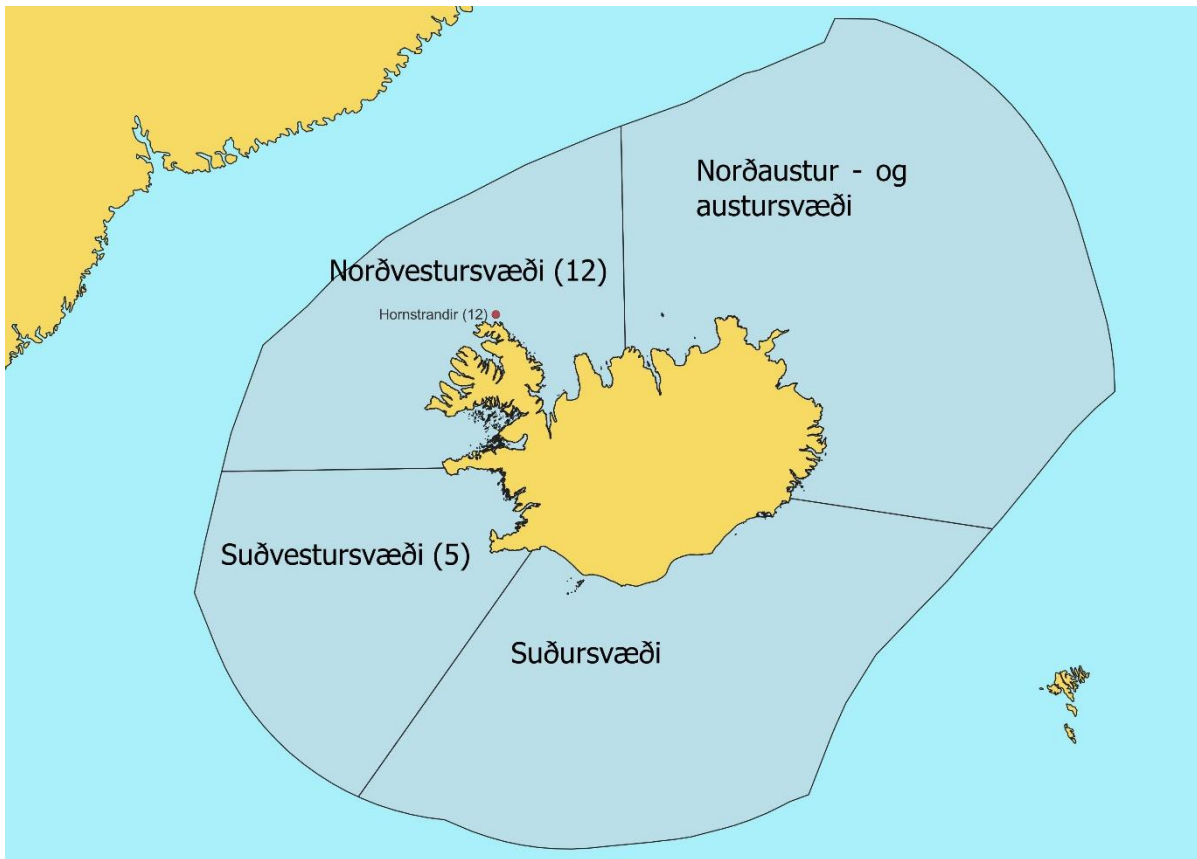
Sýnastærð árið 2021 var það lítil að ekki voru gerð próf á milli aldurshópa eða kynja. Reiknuð voru 95% öryggismörk á tíðnigögn með Jeffreys aðferð (Brown o.fl. 2001). Öll tölfræði var unnin í forritinu R (R Core Team 2021).



**1. mynd.** Plast sem fannst í meltingarvegi eins fýls sem safnað var árið 2021. Plastið er sett ofan á millimetrappír til að sýna stærð. – *Plastic particles found in the stomach of a single fulmar in 2021. The plastic is placed on top of graph paper for size comparison.*

### 3. Niðurstöður

Við athuganir á plasti í meltingarvegi fýla hefur hafsvæðinu í kring um Ísland verið skipt upp í 4 svæði, suðursvæði, suðvestursvæði, norðvestursvæði og norðaustur- og austursvæði (2. mynd). Árið 2021 fengust 17 fýlar til rannsóknar sem allir höfðu flækst í veiðarfærum og drukknað. Af þeim komu 12 af norðvestursvæði, allir við Hornstrandir. Á suðvestursvæði komu 5 fýlar en nákvæm staðsetning er ekki þekkt. Fýlunum var safnað á bilinu frá 12. til 26. apríl. Karlfuglar voru 15, þar af 12 kynþroska og 3 ungfuglar. Kvenfuglar voru 2, báðir kynþroska (1. tafla).



**2. mynd.** Söfnunarstaðir fýla vorið 2021 og skipting í sjávarsvæði. Heildarfjöldi á svæði er gefinn innan sviga. – Subregions in Icelandic waters used in the OSPAR monitoring program of ingested plastic of fulmars. Shown in brackets is the number of individuals obtained from bycatch in each area in 2021.

**1. tafla.** Fjöldi fýla sem krufðir voru vegna athugana á plasti árið 2021, flokkað eftir aldri, kyni og söfnunarsvæði. – Number of fulmars analysed in 2021, by age, sex and area of origin.

Söfnunarsvæði Collection area	Fullorðinn karlfugl Ad. male	Ungur karlfugl Juv. male	Fullorðinn kvenfugl Ad. female	Ungur kvenfugl Juv. female	Alls Total
Norðvestursvæði	10	1	1	0	12
Suðvestursvæði	2	2	1	0	5
<b>Samtals Total</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>17</b>

Einn fýlanna var af gráu litarafbrigði, slíkir fuglar eiga heimkynni talsvert norðan við Ísland. Um ókynþroska einstakling var að ræða, unga frá árinu 2020. Hann var með mest plast allra fýla þetta árið, bæði hvað varðar þyngd og fjölda. Fuglinn kom í veiðarfæri á Suðvestursvæði.

Plast fannst í meltingarvegi um 68% fýla árið 2021, alls 129 plastagnir (2. og 3. tafla). Meðalfjöldi plastagna í fýl voru 7,6 en mesti fjöldi í einum fýl voru 56 plastagnir. Meðalþyngd plasts í fýl var 0,0666 g en 0,5327 g var í þeim sem mest bar. Iðnaðarplast fannst í þremur fýlum, einn bútur í hverjum. Um 24% af fýlunum var með meira en 0,1 g af plasti í sér sem er nokkuð meira en síðustu ár og vel yfir EcoQO staðlinum (3. mynd).

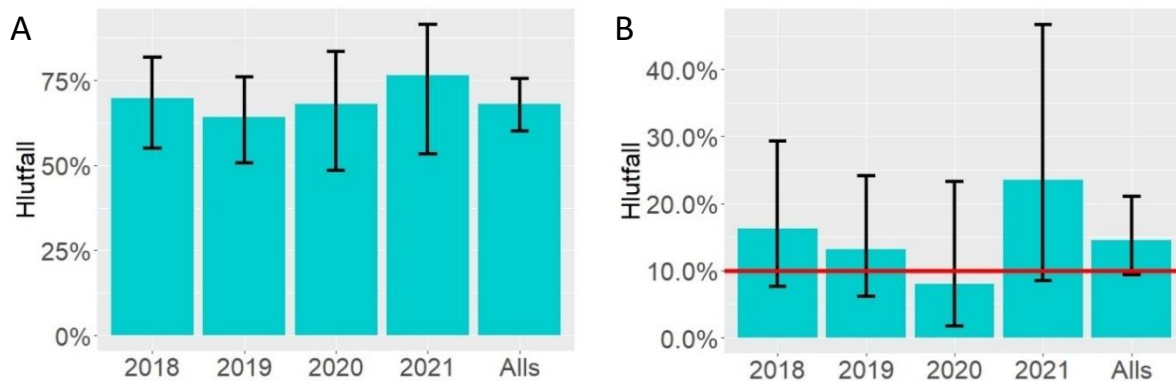
Í heild er búið að safna 138 fýl til plastrannsóknna frá árinu 2018 og af þeim hafa hafa 68% verið með plast í meltingarvegi (2. tafla). Hlutfall fýla sem hefur haft meira en 0,1 g af plasti er 14% sem er lágt í samanburði við aðrar rannsóknir á plasti í meltingarvegi fýla við Norður-Atlantshaf (4. tafla). Almennt virðist plastmagn minnka eftir því sem norðar dregur og fjær þéttbýli manna, beggja megin Atlantskála.

**2. tafla.** Samanburður á plastmagni í meltingarvegi fýla í ár og frá upphafi vöktunar, flokkað eftir gerð plastics. – *Plastic abundance in fulmars from bycatch in Icelandic waters in 2021 and 2018-2021.*

		2021 (n=17)				2018-2021 (n=138)			
		Meðalt. ± SD	Staðalsk.	Miðgildi	Spönn	Meðalt. ± SD	Staðalsk.	Miðgildi	Spönn
		<i>Mean ± SD</i>	<i>SEM</i>	<i>Median</i>	<i>Range</i>	<i>Mean ± SD</i>	<i>SEM</i>	<i>Median</i>	<i>Range</i>
Þyngd Weight	Allt plast	0,0666 ± 0,1390	0,0336	0,0120	0 - 0,5327	0,0770 ± 0,3081	0,0262	0,0965	0 - 2,5731
	<i>All plastic</i>								
	lðnaðarplast	0,0031 ± 0,0074	0,0018	0	0 - 0,0238	0,0037 ± 0,0114	0,0010	0	0 - 0,0795
	<i>Industrial p.</i>								
	Neysluplast	0,0635 ± 0,1330	0,0322	0,0103	0 - 0,5130	0,0733 ± 0,3038	0,0259	0,0075	0 - 2,5286
<i>User plastic</i>									
Fjöldi Number of pieces	Allt plast	7,6 ± 15,1	3,7	2	0 - 56	4,6 ± 10,0	0,9	1	0 - 64
	<i>All plastic</i>								
	lðnaðarplast	0,4 ± 0,3	0,1	0	0 - 1	0,2 ± 0,5	0,04	0	0 - 3
	<i>Industrial p.</i>								
	Neysluplast	7,4 ± 15,0	3,6	2	0 - 55	4,4 ± 9,9	0,8	1	0 - 63
<i>User plastic</i>									

**3. tafla.** Hlutfall fýla með plast í meltingarvegi árið 2021 og frá upphafi vöktunar ásamt 95% öryggismörkum í sviga. – *Proportion of fulmars from bycatch in Icelandic waters with ingested plastic in 2021 and 2018-2021, shown with 95% confidence interval.*

	2021 (n=17)	2018-2021 (n=138)
Hlutfall fýla með plast í meltingarvegi <i>Proportion of fulmars with ingested plastic</i>	77% (53-91%)	68% (60-75%)
Hlutfall fýla með >0,1 g af plasti í meltingarvegi <i>Proportion of fulmars with &gt;0,1 g of ingested plastic</i>	24% (9-47%)	14% (9-21%)



**3. mynd.** (A) Hlutfall fýla með plast og (B) hlutfall fýla með meira en 0,1 g af plasti í meltingarvegi eftir árum. Lóðréttar línur tákna 95% öryggismörk. Rauð lína í mynd B tákna EcoQO staðal OSPAR. – (A) *Proportion of fulmars from bycatch in Icelandic waters with ingested plastics.* (B) *Proportion of fulmars from bycatch in Icelandic waters with >0.1 g ingested plastic.* Whiskers show 95% confidence interval and the red line on figure B shows the Ecological Quality Objective (EcoQO) defined by OSPAR.



**4. tafla.** Hlutfall fýla með yfir 0,1 g af plasti í meltingarvegi í Norður-Atlantshafi. Svæðunum er raðað eftir breiddargráðu, nyrstu svæðin efst, innan hvorrar heimsálfu. – *Proportion of fulmars carrying >0,1 g of plastics in their stomachs at various sites in the N-Atlantic.*

Svæði <i>Area</i>	Hlutfall yfir 0,1g <i>Proportion &gt; 0,1g</i>	Heimild <i>Source</i>
Við strendur N-Ameríku		
Devon Island	13%	Mallory 2008
Prince Leopold Island	5%	Provencher o.fl. 2009
Davis Strait	7%	Mallory o.fl. 2006
Cape Searle	40%	Provencher o.fl. 2009
SE Labrador Sea	39%	Avery-Gomm o.fl. 2018
Sable Island	66%	Bond o.fl. 2014
Við strendur N-Evrópu		
Svalbarði	23%	Trevaill o.fl. 2015
Noður Noregur	35%	Herzke o.fl. 2016
<b>Ísland</b>	<b>14%</b>	<b>Þessi rannsókn / This study</b>
Ísland	28%	Kühn & Van Franeker 2012
Færeyjar	40%	Van Franeker & SNS Fulmar Study Group 2013
Skagerrak	49%	Van Franeker o.fl. 2011
SA strönd Norðursjávar	50%	Van Franeker o.fl. 2021
Skosku eyjarnar	49%	Van Franeker o.fl. 2021
Holland	61%	Van Franeker 2015
Austur England-Skotland	51%	Van Franeker o.fl. 2021
Ermasund	68%	Van Franeker o.fl. 2021

## 4. Umræða

Plast í meltingarvegi fýla hefur tvisvar verið rannsakað héraendis áður en þessi vöktun hófst. Í fyrri rannsókninni var 58 fýlum safnað frá línubátum sem voru á veiðum úti fyrir Hornströndum í apríl 2011. Í þeirri rannsókn fannst plast í 79% fýla og 28% var með meira en 0,1 g af plasti í sér (Kühn & Van Franeker 2012). Úr seinni rannsókninni hafa verið gefnar út frumniðurstöður sem gefa til kynna að 90% fýlanna hafi verið með plast í meltingarvegi og 47,5% með yfir 0,1 g. Þar voru 40 fýlar skotnir á Vestfjörðum, 37 í október 2013 og 3 í febrúar 2014 (Trevaill o.fl. 2014). Þetta eru hærri gildi en fram koma í þessari rannsókn en óvíst er hvað veldur.

Fýlar eru góðir flugfuglar og geta farið langar leiðir á skömmum tíma. Rannsóknir á dreifingu fullorðinna fýla úr íslenskum byggðum sýna að síðla vetrar og fram að varpi halda þeir sig að mestu á hafsvæðum út frá varpstöðvum sínum (SEATRACK 2021). Það eru því mestar líkur á því að fullorðnir einstaklingar í þessari rannsókn séu íslenskir varpfuglar. Sömu rannsóknir sýna enn fremur að fullorðnu fýlarnir geta farið víða um N-Atlantshaf utan varptíma, einkum að hausti. Fyrir utan íslensk hafsvæði nýta þeir þá mest svæði suður af Hvarfi en hluti þeirra fer einnig allt til Novaya Zemlya. Plast sem finnst í meltingarvegi fullorðinna fugla í þessari rannsókn getur því verið upprunnið frá hafsvæðum fjarri Íslandi.

Lítið er vitað um ferðir ungfugla. Grái fýllinn sem kom í þessari rannsókn sýnir að ungfuglar geta verið fjarri sínum heimahögum í byrjun varptíma. Ekki er því hægt að gera ráð fyrir að ungfuglar sem koma fram í þessari rannsókn séu ættaðir úr íslenskum vörpum.

Í ár voru fuglar af Suðvestursvæði með í vöktuninni og er það í fyrsta skipti sem fýlar af því svæði eru skoðaðir m.t.t. plasts í meltingarvegi. Vegna lítillar sýnastærðar var ekki hægt að aðgreina suðurhlutann frá norðurhluta landsins og því horft á Ísland sem eina heild við úrvinnslu. Æskilegt væri

að geta greint hvort munur reynist á milli þessara svæða. Til þess þarf að ná fullri sýnastærð (40 fýlar) frá hvoru svæði sem krefst samstarfs við mun fleiri sjómenn en hingað til.

Gott samræmi hefur verið á hlutfalli fýla með plast í meltingarvegi þau fjögur ár sem vöktunin hefur staðið yfir. Mun meiri munur er á hlutfalli þeirra sem eru með yfir 0,1 g af plasti í meltingarvegi sem stafar af færri einstaklingum. Þó niðurstöður ársins 2021 hafi verið vel yfir EcoQO staðlinum var sýnið ekki nema 17 fuglar, breytileiki allnokkur og því eru öryggismörk fremur víð. Það er því afar mikilvægt að sýnastærð náist á hverju ári til að halda áreiðanleika gagnanna. Sýnastærð hefur verið miðuð við 40 fugla en það er sá fjöldi sem mælt hefur verið með til að ná tölfræðilegri marktækni (Van Franeker & Meijboom 2002). Þá er almennt notast við 5 ára meðaltal til að draga úr sveiflum sem stafa af óvenjulegum gildum (Van Franeker 2015), það ætti að nást á næsta ári. Hér er því aðeins um byrjun á vöktun að ræða sem mun skila áreiðanlegri niðurstöðum eftir því sem árin líða. Í dag er ekki hægt að fullyrða með mikilli nákvæmni um stöðuna en vísbendingar eru þó sterkar um að íslenskir fýlar séu með lágt hlutfall plasts í meltingarvegi samanborið við fýla frá öðrum svæðum N-Atlantshafs.

## 5. Þakkir

Sjómenn sem gera út frá Húsavík, Bolungarvík og Grindavík voru beðnir um að halda til haga fýlum sem drápust í veiðarfærum. Yann Kolbeinsson las yfir handrit. Framhaldsskólinn á Húsavík veitti afnot af rannsóknatækjum. Fá allir þessir aðilar þakkir fyrir sitt framlag.

## 6. Heimildir

- Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2018. *Plast í meltingarvegi fýla við Ísland árið 2018*. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1808.
- Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2019. *Plast í meltingarvegi fýla við Ísland árið 2019*. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1904.
- Aðalsteinn Örn Snæþórsson 2021. *Plast í meltingarvegi fýla við Ísland árið 2020*. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-2101.
- Avery-Gomm, S., J.F. Provencher, M. Liboiron, F.E. Poon & P.A. Smith 2018. *Plastic pollution in the Labrador Sea: An assessment using the seabird northern fulmar Fulmarus glacialis as a biological monitoring species*. Marine Pollution Bulletin 127, 817-822. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.001>
- Bond, A.L., J.F. Provencher, P.Y. Daoust & Z.N. Lucas 2014. *Plastic ingestion by fulmars and shearwaters at Sable Island, Nova Scotia, Canada*. Marine Pollution Bulletin 87, 68-75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.08.010>
- Brown, L.D., T.T. Cai, A. DasGupta 2001. *Interval Estimation for a Binomial Proportion*. Statistical Science 16, 101-117.
- Kühn, S. & J.A. Van Franeker 2012. *Plastic ingestion by the northern fulmar (Fulmarus glacialis) in Iceland*. Marine Pollution Bulletin 64: 1252-1254. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.02.027>
- Mallory, M.L. 2008. *Marine Plastic debris in northern fulmars from the Canadian High Arctic*. Marine Pollution Bulletin 56, 1501-1504. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.04.017>
- Mallory, M.L., G.J. Robertson & A. Moenting 2006. *Marine plastic debris in northern fulmars from Davis Strait, Nunavut, Canada*. Marine Pollution Bulletin 52, 813-815. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.04.005>
- OSPAR 2010. *The OSPAR system of Ecological Quality Objective for the North Sea: a Contribution to OSPAR's Quality Status Report 2010*. OSPAR Publication 404/2009. Skoðað af vef þann 17. desember 2018. [https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/EcoQO/EcoQO\\_P01-16\\_complete.pdf](https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/EcoQO/EcoQO_P01-16_complete.pdf)
- Provencher, J.F., A.J. Gaston & M.L. Mallory 2009. *Evidence for increased ingestion of plastics by northern fulmars (Fulmarus glacialis) in the Canadian Arctic*. Marine Pollution Bulletin 58, 1092-1095. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.002>
- Provencher, J.F., A.L. Bond, S. Avory-Gomm, S.B. Borelle, E.L. Bravo Rebolledo, S. Hammer, S. Kühn, J.L. Lavers, M.L. Mallory, A. Trevail & J.A. Van Franeker 2017. *Quantifying ingested debris in marine megafauna: a review and recommendation for standardization*. Analytical Methods 9, 1454-1469. <https://doi.org/10.1039/c6ay02419j>
- R Core Team 2021. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- SEATRACK 2021. Heimasiða um dreifingu sjófugla, skoðuð 22.12.2021. <http://seatrack.seapop.no/map/>
- Trevail, A.M., G.W. Gabrielsen, S. Kühn, A. Bock & J.A. Van Franeker 2014. *Plastic Ingestion by Northern Fulmars, Fulmarus glacialis, in Svalbard and Iceland, and Relationships between Plastic Ingestion and Contaminant Uptake*. Norsk Polarinstitut, Kortrapport 029
- Trevail, A.M., G.W. Gabrielsen, S. Kühn, A. Bock & J.A. Van Franeker 2015. *Elevated levels of ingested plastic in a high Arctic seabird, the northern fulmar (Fulmarus glacialis)*. Polar Biology 38, 975-981. <https://doi.org/10.1007/s00300-015-1657-4>
- Van Franeker, J.A. 2015. *Fulmar Litter EcoQO monitoring in the Netherlands - Update 2014*. IMARES Report C123/15.
- Van Franeker, J.A. & A. Meijboom 2002. *Marine litter monitoring by Northern Fulmars: a pilot study*. ALTERRA-Rapport 401.
- Van Franeker, J.A. & the SNS Fulmar Study Group 2013. *Fulmar Litter EcoQO monitoring along Dutch and North Sea coasts - Update 2010 and 2011*. IMARES Report C076/13.
- Van Franeker, J.A., C. Blaize, J. Danielsen, K. Fairclough, J. Gollan, N. Guse, P.L. Hansen, M. Heubeck, J.K. Jensen, G. Le Guillou, B. Olsen, K.O. Olsen, J. Pedersen, E.W.M. Stienen & D.M. Turner 2011. *Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar Fulmarus glacialis in the North Sea*. Environmental Pollution 159, 2609-2615. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2011.06.008>
- Van Franeker, J.A., S. Kühn, T. Anker-Nielsen, E.W.J. Edwards, F. Gallien, N. Guse, J.E. Kakkonen, M.L. Mallory, W. Miles, K.O. Olsen, J. Pedersen, J. Provencher, M. Roos, E. Stienen, D.M. Turner & W.M.G.M. van Loon 2021. *New tools to evaluate plastic ingestion by northern fulmars applied to North Sea monitoring data 2002-2018*. Marine Pollution Bulletin 166 (2021) 112246. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112246>
- Van Franeker, J.A., S. Kühn, E.L. Bravo Rebello & A. Meijboom 2018. *Fulmar Plastic EcoQO Monitoring Manual*. Óútgefið handrit frá Wageningen Marine Research, Den Helder, Hollandi.