

LV-2015-073



Landsvirkjun



Fuglar og vindmyllur í Búrfellslundi

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2015-073

Dags: 17.7.2015

Fjöldi síðna: 52

Upplag: 3

Dreifing:

- Birt á vef LV
 Opin
 Takmörkuð til

Titill: Fuglar og vindmyllur í Búrfellslundi

Höfundar/fyrirtæki: Aðalsteinn Örn Snæþórsson, Ib Krag Petersen, Thorsten J.S. Balsby, Yann Kolbeinsson og Þorkell Þórarinnsson / Náttúrustofa Norðausturlands

Verkefnisstjóri: Margrét Arnardóttir

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: Háskólinn í Árósum

Útdráttur: Náttúrustofa Norðausturlands rannsakaði fuglalíf á Hafinu í tengslum við fyrirhugaðann vindlund á svæðinu, Búrfellslund. Rannsóknin snérist um að lýsa grunnástandi á svæðinu og þeim áhrifum sem vindlundurinn gæti haft á fugla. Áform um raforkuvinnslu með vindmyllum eru ný hér á landi og reynsla af fuglarannsóknum í tengslum við MÁÚ slíkra framkvæmda því engin. Erlendis hafa vindmyllur og uppbygging vindlunda rutt sér mjög til rúms undanfarna áratugi, og því talsverð reynsla af slíkum rannsóknum. Því hafði Náttúrustofan samband við Háskólann í Árósum sem hefur yfir að ráða mikilli reynslu og þekkingu á að meta áhrif vindmylla á fuglalíf. Varð úr að þessar stofnanir mynduðu með sér samstarf um þetta verkefni.

Lykilorð: Vindmyllur, Haf, Búrfellslundur, Fuglar

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "M. Arnardóttir", written over a horizontal line.

FUGLAR OG VINDMYLLUR Í BÚRFELLSLUNDI

Aðalsteinn Örn Snæþórsson, Ib Krag Petersen, Thorsten J. Skovbjerg Balsby,
Yann Kolbeinsson og Þorkell Lindberg Þórarinsson

NNA-1504

Húsavík, júní 2015



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

Inngangur	1
Rannsóknarsvæðið	1
Fuglalíf á rannsóknarsvæði og nágrenni.....	1
Almennt um áhrif vindmylla á fuglalíf	3
Aðferðir	4
Varpfuglar	5
Farfuglar	6
Skipulag ratsjárathugana	6
Ratsjá	7
Fjarlægðarmælir	7
Láréttar ratsjárathuganir	8
Lóðréttar ratsjárathuganir.....	9
Áflugshætta	10
Áhrif vinds.....	12
Niðurstöður	13
Varpfuglar	13
Farfuglar	15
Áflugshætta	15
Farleiðir.....	17
Áhrif vinds.....	29
Umræður	30
Varpfuglar	30
Farfuglar	31
Áflugshætta	31
Farleiðir.....	32
Athygliverðar uppgötvanir	33
Heildarniðurstaða.....	33
Varpfuglar	33
Farfuglar	34
Þakkir.....	34
Heimildir	35
Viðauki 1 – Fuglalisti	38
Viðauki 2 – Útbreiðsla mófugla	43
Viðauki 3 – Niðurstöður tölfræðiútreikninga tengdum flughæð fugla	48
Viðauki 4 – Samband flughæðar og vindhraða m.t.t. vindáttar	50

Inngangur

Á grundvelli samnings (1325-03) milli Landsvirkjunar og Náttúrustofu Norðausturlands tók Náttúrustofan að sér að rannsaka fuglalíf á Hafinu norðaustan við Búrfell í tengslum við fyrirhugað vindorkuver Landsvirkjunar, Búrfellslund. Rannsóknin skyldi snúa að því að lýsa grunnástandi á svæðinu og þeim áhrifum sem vindorkuverið gæti haft á fugla.

Áform um raforkuframleiðslu með vindmyllum eru ný af nálinni hér á landi og reynsla af fuglarannsóknnum í tengslum við mat á umhverfisáhrifum slíkra framkvæmda því engin. Erlendis er hins vegar talsverð reynsla af slíkum rannsóknnum, enda hafa vindmyllur og uppbygging vindlunda (e. *wind farm/wind park*), bæði á landi og úti á sjó, rutt sér mjög til rúms í heiminum á undanförunum árum og áratugum. Því hafði Náttúrustofan strax á frumstigum málsins samband við Háskólann í Árósum sem hefur yfir að ráða mikilli reynslu og þekkingu á að meta áhrif vindmylla á fuglalíf (sjá t.d. Christensen o.fl. 2006, Petersen o.fl. 2006a, 2006b, 2007, 2008, 2011, Therkildsen o.fl. 2012). Varð úr að þessar stofnanir mynduðu með sér samstarf um þetta verkefni.

Rannsóknarsvæðið

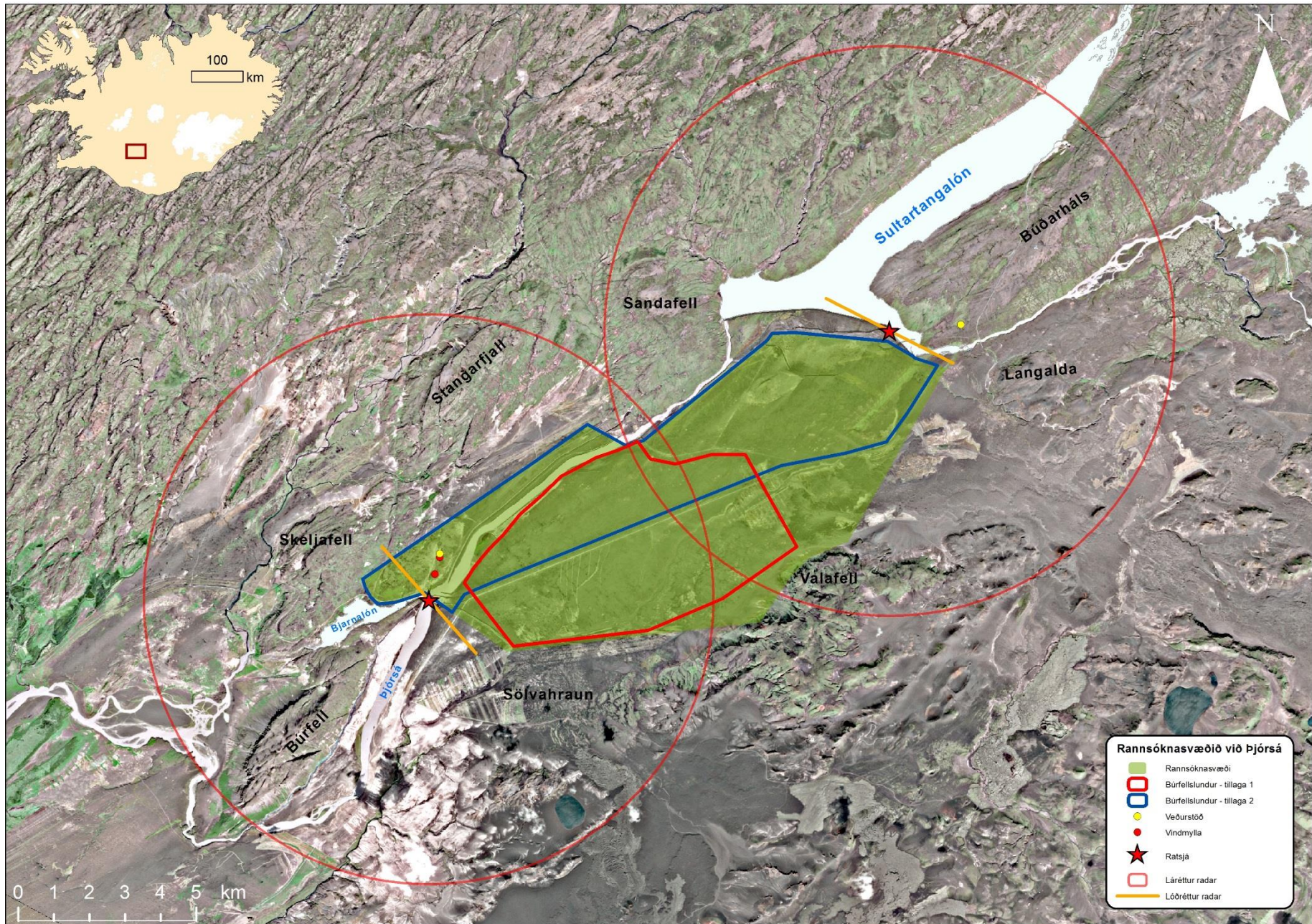
Rannsóknarsvæðið er nokkuð umfangsmikið (um 77 km²) og nær frá Sultartangalóni í rennislisstefnu Þjórsár til suðvesturs að Búrfelli. Mestur hluti þess liggur um hraun-/sandsléttuna sem afmarkast af Þjórsá í vestri, Sölvahrauni til suðurs, Valafelli í austri og Sultartangastíflu til norðurs. Hafið er svæðið kallað vestan Þjórsár, m.a. þar sem rannsóknarvindmyllur Landsvirkjunar eru staðsettar. Svæðið í heild er lítt gróið, einsleitt og frekar flatt. Rannsóknarsvæðið þykir henta vel til nýtingar vindorku af ýmsum ástæðum. Náttúruleg vindgöng liggja um svæðið og þar er vindhraði í 55 m hæð frá jörðu að jafnaði 10-12 m/s. Svæðið er fjarri byggð en skammt frá nauðsynlegum innviðum, línnum og vegum (www.landsvirkjun.is).

Til stendur að setja upp einn vindlund, Búrfellslund, og eru lagðar fram tvær tillögur að staðsetningu hans. Tillaga 1 liggur milli Þjórsár og Valafells en tillaga tvö milli Bjarnalóns og Sultartangalóns (1. mynd).

Fuglalíf á rannsóknarsvæði og nágrenni

Forathugun á fuglum á rannsóknarsvæðinu fór fram á árunum 2011-2013 og sáust í henni 18 tegundir fugla (Arnór Þ. Sigfússon 2014). Aðeins sex þessara tegunda voru taldar verpa á svæðinu og allar í litlum mæli. Flestir fuglar sem sáust áttu leið um svæðið og þá gjarnan upp eða niður eftir Þjórsá og Tungnaá. Mest sást af heiðagæs, stærstu hóparnir á flugi til suðurs að hausti. Af válistategundum sáust grágæs, straumönd, gulönd og hrafn.

Aðrar athuganir á fuglum á og í næsta nágrenni við rannsóknarsvæðið hafa verið gerðar í tengslum við umhverfismat Sultartangavirkjunar og Búðarhálsvirkjunar (sjá Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996, Jóhann Óli Hilmarsson 2001). Saman skiluðu þessar athuganir 36 tegundum fugla, þar af 25 staðfestar eða líklegar varptegundir. Þessi svæði eru betur gróin og hafa fjölbreyttari búsvæði en innan fyrirhugaðs Búrfellslundar og hafa því líklega bæði fjölbreyttara og meira fuglalíf. Athuganirnar beindust fyrst og fremst að varpfuglum og þeim tegundum sem nýta svæðið sér til viðurværis. Hins vegar koma í báðum skýrslum fram frásagnir af fuglum sem eiga leið um svæðið til og frá varpstöðvum vor og haust (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996, Jóhann Óli Hilmarsson 2001). Líklega eru flestir þessir fuglar á leið til og frá varpstöðvum inni á hálendinu. Líklega eiga varpfuglar á Norðurlandi einnig í einhverjum mæli leið um svæðið en farleiðir þeirra eru ekki þekktar.



1. mynd. Rannsóknarsvæðið ofan Búrfells (grænt) ásamt tillögu 1 (rautt) og tillögu 2 (blátt) að Búrfellslandi. Ýmis kennileiti, staðsetningar ratsjár (rauðar stjörnur), rannsóknarvindmylla (rauðir punktar) og veðurstöðva (gulir punktar) eru sýnd á kortinu. Áherslusvæði lóðréttra (rauðir hringir) og láréttra (appelsínugular línur) ratsjárathugana eru einnig sýnd.

Þó fuglalíf á hálendinu sé alla jafna lítið eru þar þekkt svæði með miklum þéttleika fugla. Eitt þeirra er Þjórsárver, stærsta samfellda gróðurvin á hálendi Íslands, sem liggur beggja vegna Þjórsár, meðfram upptakakvísium hennar. Þjórsárver eru mikilvægar varpstöðvar heiðagæsar og eru þau m.a. þess vegna friðlýst og vernduð samkvæmt svokallaðri Ramsar samþykkt um votlendi sem hefur alþjóðlegt gildi, einkum fyrir fuglalíf (Umhverfisstofnun 2015). Talið er að um 80% heimsstofns heiðagæsar verpi á hálendi Íslands og var í Þjórsárverum áður fyrr langstærsta heiðagæsabyggð í heimi. Mikil fækkun hefur þó orðið þar á seinni árum (Erling Ólafsson o.fl. 2009) þó fjölgað hafi á sama tíma í íslenska heiðagæsastofninum (Mitchell 2014). Utan Þjórsárvera verpa heiðagæsir einnig meðfram ofanverðri Þjórsá, hliðarám hennar og kvíslum (sjá t.d. Hönnun 2001). Auk varpfugla hýsir svæðið einnig geldfugla heiðagæsar sem fella þar flugfjaðrir í júlí. Stærstu fellistöðvarnar eru líklegast í Þjórsárverum þar sem rúmlega 4000 heiðagæsir voru í felli árið 1992 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Skarphéðinn Þórisson 1993, Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1999) en einnig fella heiðagæsir víðar á svæðinu, m.a. á Sultartangalóni (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996).

Þó heiðagæs megi telja einkennistegund hálendisins finnast þar mun fleiri tegundir varpfugla. Talið er að allt að 32 tegundir varpfugla finnast á efri svæðum Þjórsár, þar af 27 í Þjórsárverum (Erling Ólafsson o.fl. 2009). Annað þekkt fuglasvæði á hálendinu í grennd við rannsóknarsvæðið er Veiðivötn. Þar hafa 52 tegundir sést, 33 þeirra eru taldar hafa orpið og 22 eru árvissir varpfuglar (Örn Óskarsson 2000). Algengustu tegundir varpfugla eru snjótittlingur, heiðagæs, óðinshani og kría. Af öðrum algengum tegundum má nefna stökkönd, duggönd, hávellu, sandlóu, heiðlóu, sendling og lóupræl. Á fartíma í júlí, ágúst og fram í september sjást spóar og hrossagaukar í litlum hópum á flugi á svæðinu.

Almennt um áhrif vindmylla á fuglalíf

Áhrif af uppbyggingu vindlunda á fugla geta verið margvísleg. Skiptir þar mestu hvar vindlundirnir eru staðsettir og hvaða fuglategundir eru á eða fara um viðkomandi svæði. Erlendar rannsóknir hafa sýnt fram á að helstu neikvæðu áhrif vindlunda á fugla megi skipta í eftirfarandi fjóra flokka (Langston & Pullan 2003, Drewitt & Langston 2006):

- **Áflug** er augljósasti flokkurinn enda lenda fuglar oft í árekstri við vindmyllur eða mannvirki tengd þeim. Auk beinna árekstra geta fuglar drepist við að kastast til jarðar eftir að hafa flogið inn í vindsveipi frá spöðum vindmylla (Pettersson 2005). Niðurstöður flestra rannsókna eru á þá leið að afföll vegna áflugs við vindmyllur séu lítil. Það þarf þó ekki að segja alla söguna þar sem staðsetning vindmylla er oftast fjarri fuglaríkum svæðum (Dewitt & Langston 2006). Dæmi eru um að illa staðsettir vindlundir hafi haft afdrifaríkar afleiðingar fyrir ákveðnar tegundir (sjá t.d. Dahl o.fl. 2012). Það er því mikilvægt að velja lundum stað af kostgæfni en uppbygging lunda og staðsetning einstakra vindmylla getur líka skipt máli því munur á áflugi eftir vindmyllum innan sama lundar getur verið mikill (Drewitt & Langston 2008). Þó margir fuglar forðist að fljúga í gegn um vindlundi og dragi þar með úr líkum á árekstri hafa vindlundir minna fælandi áhrif að næturlagi en í dagsbirtu (Desholm og Kahlert 2005). Tegundir sem fljúga að næturlagi eru því hugsanlega í aukinni hættu. Eins er fuglum sem fljúga í þéttum hópum hættara við áflugi þar sem fuglar aftar í hópnum virðast beina meiri athygli að þeim fuglum sem leiða hópinn en hugsanlegum hindrunum framundan (Pettersson 2005).
- **Fæling** er það þegar fuglar forðast vindlundina og nota svæðið þá í minna mæli en áður sér til viðurværis. Þetta stafar bæði af vindmyllunum sjálfum og þeirri umferð og athöfnum sem óhjákvæmilega fylgir þeim. Þessi áhrif eru mismikil eftir tegundum og getur valdið fækkun ákveðinna tegunda innan svæðisins og í næsta nágrenni (Pearce-Higgins o.fl. 2009). Óvíst er hins vegar hvort þetta hafi nokkur merkjanlega áhrif á stofnana en það fer eftir stærð svæðis og framboði af hentugu kjörlendi í nágrenninu (Gill o.fl. 2001). Í sumum tilfellum á fælingin sér fyrst

og fremst stað á uppbyggingatíma, þegar mest umferð er um svæðið en fuglar komi svo aftur inn þegar honum er lokið (Langston & Pullan 2003).

- **Hindrun** á farleiðum fugla. Margar tegundir forðast vindlundi og kjósa fremur að sneiða hjá þeim eða fljúga yfir þá, fremur en í gegn um þá. Vindlundi sem staðsettir eru á farleiðum fugla eða eru á milli fæðu- og varpstöðva geta haft slæm áhrif á afkomu þeirra þar sem aukna orku þarf til að sneiða hjá lundunum, sérstaklega ef þeir eru stórir eða loka mikilvægum flugleiðum (Masden o.fl. 2010).
- **Búsvæðamissir** vegna lands sem fer undir mannvirki. Þó hver vindmylla taki ekki mikið pláss fylgja mörgum vindmyllum vegir og fleiri mannvirki sem samanlagt taka yfir talsvert svæði sem ekki stendur fuglum þá til boða sér til viðurværis.

Rannsóknir hafa sýnt að vindlundi hafa ólík áhrif á mismunandi hópa fugla. Þannig virðast áhrif á spörfugla fyrst og fremst bundin við áflug og þá sérstaklega meðal þeirra tegunda sem stunda farflug að næturlagi. Vindlundi geta valdið fælingu vaðfugla og virka einnig sem hindrun á flugleið þeirra en andfuglar verða fyrir áhrifum af öllum þáttunum (Langston & Pullan 2003). Þetta eru þó einungis almennar ályktanir út frá þeim tegundum sem hafa verið rannsakaðar en breytileiki getur verið eftir tegundum innan hvers hóps.

Þó vindmyllur geti valdið auknum afföllum hjá fuglum benda rannsóknir almennt ekki til þess að það hafi áhrif á fuglastofnana (Drewitt & Langston 2006). Í því sambandi er vert að hafa í huga að margar rannsóknir fela ekki í sér forsendur, m.a. vegna aðferðafræðilegra vandamála, til að yfirfæra aukin afföll vegna vindmylla á stofnvísu. Þá getur einnig reynst mjög flókið að sýna fram á slíkt orsakasamband, nema með umfangsmiklum og ítarlegum rannsóknum til lengri tíma. Fáar slíkar rannsóknir hafa verið gerðar (Langston & Pullan 2003). Þrátt fyrir það hafa einstaka rannsóknir þó sýnt fram á að röng staðsetning vindlunda getur haft marktæk neikvæð áhrif á fuglastofna (yfirlit í t.d. Drewitt & Langston 2008). Það sýnir fram á að vel þarf að huga að staðsetningu vindlunda og vanda undirbúningsrannsóknir, líkt og tíðkast nú í auknum mæli í Evrópu (sjá t.d. Scottish Natural Heritage 2005, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie 2013, Danish Energy Agency 2013).

Almennar leiðbeiningar gera ráð fyrir að grunnrannsóknir í tengslum við áætlaða vindlundi nái a.m.k. yfir eitt ár, en helst tvö til þrjú ár (Langston & Pullan 2003, Scottish Natural Heritage 2005). Nánari útfærsla fer þó eftir því hvaða tegundir eiga í hlut og hver niðurstaða skimunar fyrirbyggjandi gagna um viðkomandi svæði er. Til að spá fyrir um og meta áhrif vindmylla á fugla á farleiðum og meta árekstraráhættu hefur sérstaklega verið mælt með notkun ratsjártækni (Langston & Pullan 2003, Scottish Natural Heritage 2005). Þá er einnig talið mikilvægt að vakta svæðið eftir uppsetningu vindlunda til að hægt sé að sjá hvort rétt hafi verið spáð fyrir um áhrif og til að lærdóm megi draga af framkvæmdinni (Gove o.fl. 2013). Þetta er sérstaklega mikilvægt héraendis þar sem engin reynsla er af vindlundum og áhrifum þeirra á fugla. Mótvægisáðgerðir eru oft ráðlagðar fyrir framkvæmdir sem taldar eru hafa neikvæð áhrif á fugla. Þær geta verið margvíslegar eftir tegundum og aðstæðum en geta m.a. falið í sér búsvæðavernd eða styrkingu tegundarinnar annars staðar (Gove o.fl. 2013).

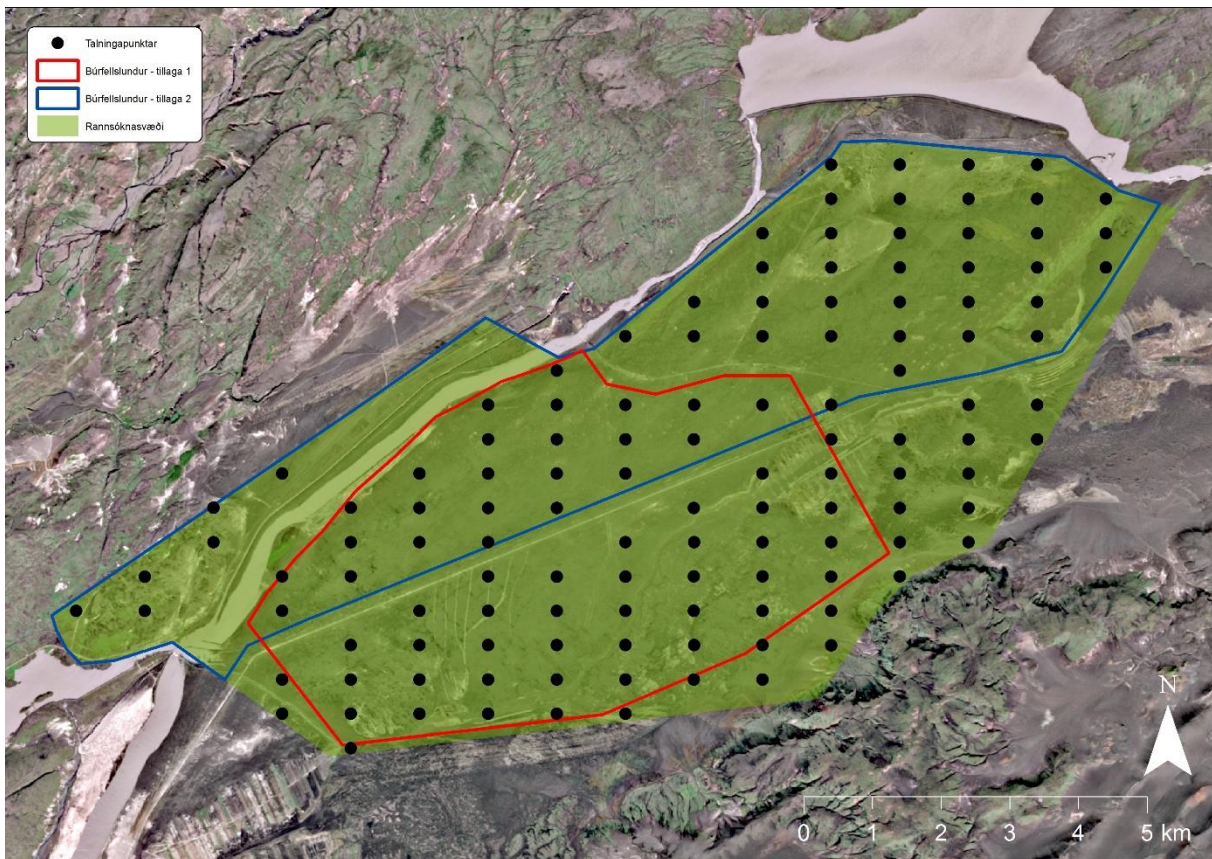
Aðferðir

Að lokinni vettvangsskoðun og athugun heimilda var ákveðið að megin áhersla fuglarannsóknna í tengslum við mat á umhverfisáhrifum Búrfellslundar skyldi verða á kortlagningu farfugla um svæðið að vori og hausti. Taldar voru líkur á að umferð farfugla gæti orðið nokkur á þessum árstímum og því mikilvægt að leggja mat á áflugshættu við vindmyllur í fyrirhuguðum Búrfellslundi. Einkum var horft til heiðagæsa en líklegt þótti að meginumferð þeirra á leið til varpstöðva, t.a.m. í Þjórsárverum, lægi um svæðið. Þekkt er að stórum fuglum, líkt og gæsnum, sé almennt hættara við áflugi en minni fuglum og eru þær því meðal þeirra tegunda sem eru hvað viðkvæmastar fyrir hindrunum á flugleiðum sínum (sjá

Moorehead & Epstein 1985, Brown o.fl. 1992). Auk heiðagæsa voru taldar líkur á umferð annarra fuglategunda um svæðið til og frá varpstöðvum á hálendinu eða á leið þeirra á milli Suðurlands og Norðurlands. Þó fyrirfram hafi þótt líklegt að á svæðinu væri hvorki fjölbreytt né ríkulegt varp fugla var auk farfuglarannsóknna talið rétt að kortleggja varpfugla til þess að lýsa grunnástandi. Fuglarannsóknir í tengslum við fyrirhugaðan Búrfellslund voru því tvíþættar; annars vegar rannsókn á varpfuglum og hins vegar á farfuglum.

Varpfuglar

Rannsóknarsvæðið er fremur flatt, gróðurlítið og nokkuð einsleitt. Fyrirfram var því búist við að varpfuglar væru fáir og dreifðir. Því var ákveðið að telja á fyrirfram ákveðnum punktum, jafndreifðum um svæðið, til að meta þéttleika varpfugla (2. mynd). Farið var fótgangandi um allt svæðið en þannig fæst góð tilfinning fyrir svæðinu, auk þess sem líkur á að „missa af“ sjaldgæfri tegund eru litlar. Punktalning hentar einkar vel á tegundir sem verpa nokkuð jafnt yfir einsleitt svæði eins og mófuglar. Þær tegundir sem punktalningin nær til og kallaðar eru mófuglar í þessari skýrslu eru allar spörfuglategundir að hrafni undanskildum, allar vaðfuglategundir, kjói og rjúpa.



2. mynd. Punktar (svartir) sem talið var frá innan rannsóknarsvæðisins (grænt) við athuganir á varpfuglum. Tillaga 1 er afmörkuð með rauðri línu og tillaga 2 með blárrí.

Þar sem þéttleiki var fyrirfram talinn lítill þótti nauðsynlegt að setja út marga punkta til að nægjanleg gögn fengjust til að meta þéttleika fugla með ásættanlegri nákvæmni. Staðsetning talningarpunkta var ákvörðuð með aðstoð forritsins *ArcGis*. Útbúið var 500 x 500 m reitakerfi sem lagt var yfir rannsóknarsvæðið á tilviljanakenndan hátt. Í miðju hvers reits var síðan settur punktur. Valið var að hafa 500 m á milli talningarpunkta í norður-suður stefnu en 1000 m í austur-vestur stefnu. Þar sem umferð bifreiða getur haft truflandi áhrif, bæði á fugla og menn voru allir punktar sem féllu innan 200 m frá þjóðvegi teknir út. Á sama hátt voru allir punktar sem voru innan 200 m frá ám teknir út, þar sem

þær skerða það flatarmál sem stendur mófuglum til boða við punktinn. Eftir stóðu 124 punktar sem féllu innan marka rannsóknarsvæðisins. Þeir voru heimsóttir dagana 5., 6., og 7. júní 2014. Athuganir fóru annars vegar fram að morgni (6:00 - 10:00) og hins vegar seinni part dags (16:00 - 20:00) en þá er virkni og um leið sýnileiki fugla mestur (Brynja Davíðsdóttir 2010). Veður hefur áhrif á fugla og athugendur og því var reynt að telja einungis í góðu veðri, þegar úrkomulaust var og vindstyrkur undir 6 m/sek (sjá Bibby o.fl. 2000).

Punkttalningin fer þannig fram að athugandi dvelur á hverjum punkti í nákvæmlega 5 mínútur. Á þeim tíma telur hann alla fugla sem hann sér, greinir þá til tegunda og mælir fjarlægð í þá. Þetta er skráð niður jafnóðum og atferli fuglanna lýst. Notaður var handsjónauki til að auðvelda greiningu og fjarlægðarmælir með nákvæmni upp á 1 m til að ná góðu fjarlægðarmati. Við greiningu gagna er einungis miðað við þá fugla sem sjást innan 200 m frá athuganda og því ekki nauðsyn að skrá þá fugla sem voru utar. Fuglar sem voru fjær, fuglar sem sáust frá punkti utan 5 mínútna rannsóknatímans og fuglar sem sáust þegar athugandi gekk á milli punkta voru þó oft skráðir niður. Sérstaklega á það við um sjaldgæfar tegundir og hefðu hugsanlega ekki annars komið fram eða tegundir sem ekki féllu undir punkttalninguna en gott var að fá upplýsingar um. Fuglar sem heyrðist í en sáust ekki voru skráðir niður og fjarlægð í þá áætluð. Þar sem um mat á fjarlægð er að ræða voru þau gögn ekki notuð í þéttleikaútreikninga. Þau voru þó notuð til að greina útbreiðslumynstur tegunda, ef hljóðið var talið innan 200 m. Við þéttleikamælingu voru einungis notaðir fuglar sem taldir voru búa á svæðinu, þ.e. sitjandi fuglar og þeir fuglar á flugi sem sýndu varp- eða óðalsatferli. Fuglum sem flugu í gegnum svæðið án þess að virðast eiga þar heima var sleppt.

Úrvinnsla á gögnunum var framkvæmd í forritinu *Distance 6.1* sem er sérstaklega hannað til þéttleikamælinga lífvera (Thomas o.fl. 2009). Forritið gerir ráð fyrir að allir fuglar sem staðsettir eru á punktinum, þar sem athugandinn er, sjáist. Eftir því sem fjær dregur sést stöðugt lægra hlutfall fugla sem eru á staðnum. Þetta hlutfall lækkar ekki línulega heldur fylgir ákveðnum ferli, svokölluðum sýnileikaferli. Ferillinn getur verið misjafn eftir tegundum, búsvæðum, athugendum og jafnvel veðri. Í *Distance* forritinu er þéttleiki hveirrar tegundar reiknaður út frá nokkrum mismunandi líkönum sem byggja á mismunandi sýnileikaferlum. Það líkan sem passar best við gögn viðkomandi tegundar samkvæmt Akaike stuðli (Akaike 1974) var notað.

Farfuglar

Rannsóknir á farfuglum fólu í sér öflun upplýsinga um hvaða tegundir færu um svæðið, hvaða leiðir þær notuðu, fjölda fugla og flughæð. Þessar upplýsingar voru svo nýttar til að meta áflugshættu. Rannsóknin var byggð þannig upp að hægt væri að endurtaka hana og meta áhrif að lokinni uppbyggingu vindmyllanna. Til að ná þessu fram þótti réttast að notast við ratsjá og sjónauka sem getur mælt bæði fjarlægð og flughæð með leysigeisla. Mikil og góð reynsla er af þessari aðferðarfræði í sambærilegum rannsóknum og er hún talin tryggja góð gögn með hárra upplausn (sjá t.d. Christensen o.fl. 2006, Petersen o.fl. 2006a, 2006b, 2007, 2008, 2011, Therkildsen o.fl. 2012).

Skipulag ratsjárathugana

Við ratsjárathuganir var notast við eina ratsjá en þar sem rannsóknarsvæðið var mjög stórt var ljóst að ratsjanna þyrfti að nota á fleiri en einum stað til að ná góðum gögnum yfir allt svæðið. Staðsetningarval ratsjárinnar takmarkaðist af því að tengja þarf hana rafmagni og öruggu háhraðaneti. Tvær hentugar staðsetningar voru valdar, önnur á suðausturenda brúarinnar við Ísakot en hin við svokallað blöðruhús á austanverðri Sultartangastíflu. Staðsetningar marka nokkurn veginn suðvestur- og norðausturenda rannsóknarsvæðisins (1. mynd). Tölva, nettengd ratsjanni, var staðsett í Ísakoti.

Ratsjárathuganir voru að tvennum toga, annars vegar sjálfvirkar athuganir með ratsjána í lóðréttri stöðu og hins vegar beinar athuganir með ratsjána í láréttri stöðu. Ratsjain var notuð í lóðréttri stöðu á næturnar og á daginn þegar enginn var við tölvuna í Ísakoti. Þessar athuganir gáfu upplýsingar um flughæð og umferð fugla yfir ákveðnar línur við sitthvorn enda rannsóknarsvæðisins. Þær gefa hins vegar engar upplýsingar um þær tegundir sem eru á ferðinni, stærð hópa, flugstefnu eða flugleið. Þegar ratsjain var notuð í láréttri stöðu voru að minnsta kosti tveir athugendur við störf. Annar, ratsjármaðurinn, fylgdist þá með tölvuskjánum í Ísakoti og skráði niður ferðir fuglanna. Hinn aðilinn, athugandinn, sá um að greina fuglana til tegunda og meta fjölda þeirra. Hann var staðsettur á sama stað og ratsjain þ.e. í Ísakoti eða á Sultartangastíflu. Ef fuglar flugu nógu nálægt athugandanum var reynt að mæla flughæð þeirra með fjarlægðarmæli sem mælt getur hæð auk fjarlægðar og stefnu. Nánar verður fjallað um þessar tvær aðferðir hér að neðan.



3. mynd. Ratsjá sem notuð var við athugnir á ferðum fugla, hér staðsett á Sultartangastíflu.

Ratsjá

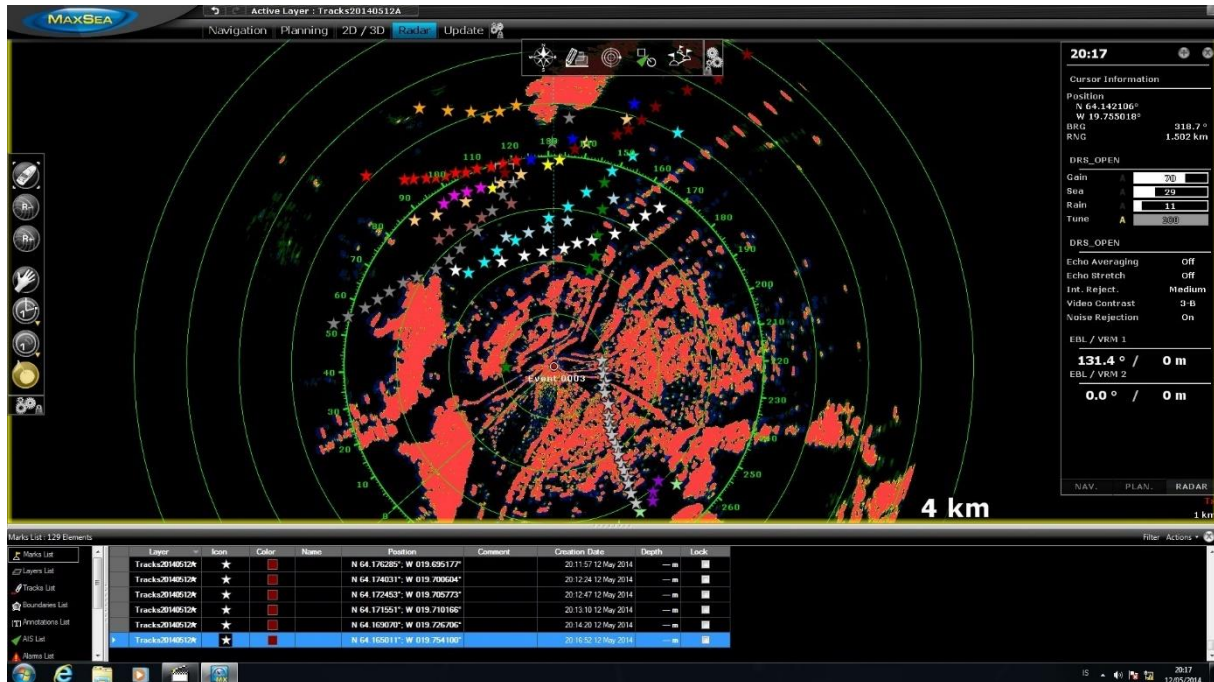
Notuð var ratsjá sem oftast er notuð til að fylgjast með umferð skipa á sjó (Furuno DRS4A, X-band, 4kW, 3,5 feta blað). Hún var tengd við tölvu í Ísakoti og forritið MaxSea (www.maxsea.com) notað til að stjórna ratsjá og skoða gögn. Til að koma ratsjainni á milli staða var útbúin kerra með sérhönnuðum standi sem ratsjain var fest á. Standurinn var þannig hannaður að auðvelt var að breyta stöðu ratsjárinnar milli láréttar og lóðréttar stöðu (3. mynd). Ofan á standinum var ratsjain í um 2 m hæð yfir jörðu. Hæð ratsjárgeislans er 22° og breidd 2,3°.

Fjarlægðarmælir

Fjarlægðarmælir (Vectronix, Vector 21 Aero) var notaður til mælinga á flughæð. Drægni hans er 12 km og uppgefin skekkja ± 5 m. Stafrænn áttaviti mælir hæð á bilinu -30° til 90° (beint upp) með $\pm 0,2^\circ$ skekkju. Á láréttu plani er skekkjan $\pm 0,6^\circ$ (www.vectronix.ch). Þó uppgefin drægni mælisins sé 12 km er ekki þar með sagt að hægt sé að mæla alla fugla innan þeirra marka. Við góðar aðstæður var hægt að ná mælingum af stærri fuglum (t.d. gæsnum) í allt að 3 km fjarlægð. Sú fjarlægð minnkaði með smærri fuglum og auknum vindi.

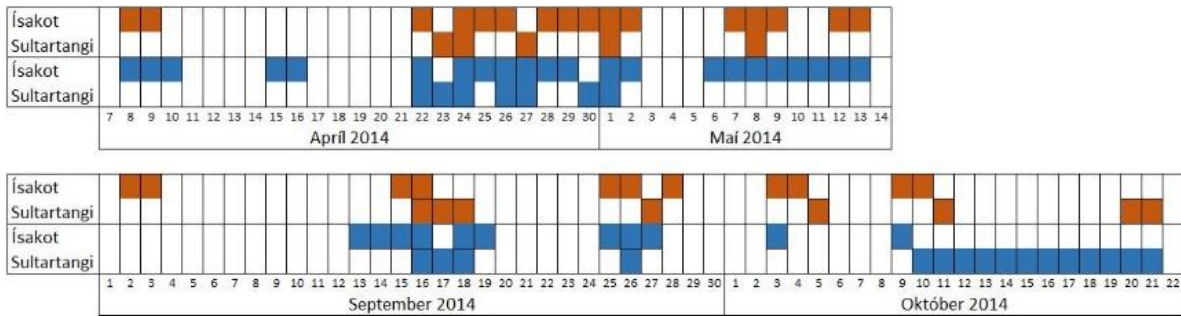
Láréttar ratsjárathuganir

Kosturinn við notkun ratsjár er að hægt er að fylgjast með umferð fugla yfir landi á mun nákvæmari og betri hátt en einungis sjónrænt. Ratsjain gefur staðsetningu í tvívíðu plani þannig að hægt er að skrá nákvæman flugferil fugla. Þá greinir hún fugla á mun lengra færi en hægt er með handsjónauka, auk þess að vera ónæm fyrir birtuskilyrðum. Gallinn er hins vegar sá að ekki er hægt að nota ratsjái í úrkomu eða þéttri þöku. Auk þess getur landslag myndað „skugga“ þar sem ómögulegt er að greina hreyfingu fugla.



4. mynd. Skjámynd úr forritinu MaxSea. Leiðir fuglahópa sjást sem röð stjarna og hver hópur er táknaður með sérstökum lit. Rauðu flekkirnir eru „skuggar“ sem myndast vegna landslags.

Ratsjármaðurinn stjórnaði ratsjaini og fylgdist náið með tölvuskjánum til að greina merki eftir fugla á flugi yfir svæðinu. Um leið og slíkt merki birtist merkti hann við staðsetningar með reglulegu millibili eftir því sem fuglarnir flugu yfir. Þannig myndaðist ferill punkta sem sýndu flugleiðina (4. mynd). Hver punktur var með nákvæma staðsetningu og tíma en auk þess var hægt að bæta við upplýsingum svo sem fjölda fugla, tegund og flughæð. Hægt var að fylgja eftir nokkrum hópum í einu með því að nota mismunandi liti fyrir mismunandi hópa. Um leið og merki eftir fugla birtust á skjánum gaf ratsjármaðurinn athugandanum upp fjarlægð og stefnu í merkið. Athugandinn beindi þá sjónum í þá átt og reyndi að koma auga á fuglana, greina þá til tegunda og meta fjölda þeirra. Til þess notaði hann handsjónauka (10x42) og fjarsjá (30-70x95). Ef fuglarnir flugu nærri athuganda reyndi hann að ná hæðarmælingu í fuglana með fjarlægðarmæli. Hann fylgdi fuglunum þá eftir og gaf ratsjarmanninum upp hæðarmælingar um leið og þær tókust. Þessar hæðarmælingar voru þá skráðar niður með viðeigandi punkti á flugferlinum. Þar sem athugandi var ekki í sömu hæð og ratsjain var hæðarmunur á staðsetningu fjarlægðarmælis og ratsjár bætt við frummælingu; +16 m ef mælt var ofan af þaki Ísakots, +14 m ef mælt var frá göngugrind undir þaki Ísakots og loks -1 m þegar mælt var af Sultartangastíflu. Þak Ísakots er í 17 m hæð yfir stífluvegi og ratsjain var alltaf í 2 m hæð yfir jörðu.

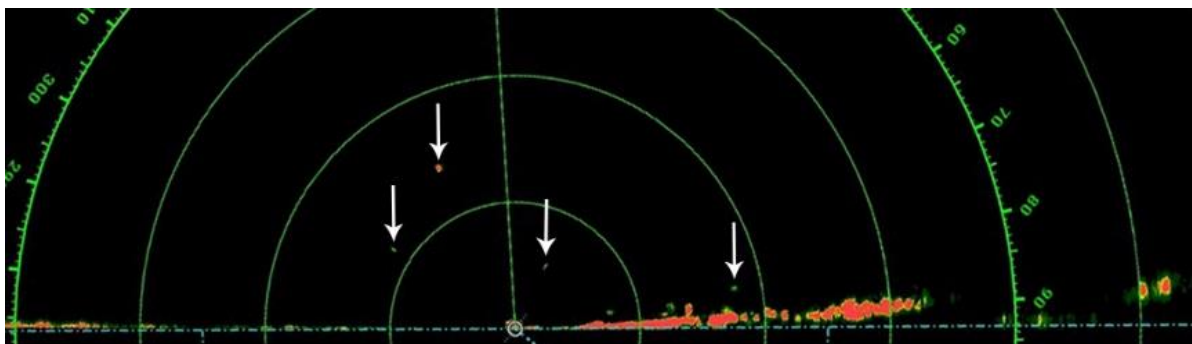


5. mynd. Dagar sem láréttar (rautt) og lóðréttar (blátt) ratsjárathuganir fóru fram við Ísakot og Sultartanga árið 2014. Vorathuganir ofar og haustathuganir neðar.

Láréttar ratsjárathuganir voru framkvæmdar í alls 36 daga árið 2014, 18 að vori og 18 að hausti (5. mynd). Oftast var unnið þann tíma sem birta leyfði nema við óhagstæð veðurskilyrði. Gögnin sem fengust úr þessum athugunum voru tekin inn í landfræðilegt upplýsingakerfi (ArcGIS) og flugferlar fuglanna metnir og bornir saman við staðsetningu vindlundarins. Þau eru því góður grunnur til samanburðar, verði flugleiðir kortlagðar aftur eftir að vindlundur hefur verið reistur. Gögnin voru líka notuð til að meta áflugshættu einstakra tegunda þó þau gefi ekki eins nákvæmt mat og gögn úr lóðréttu ratsjárathugunum.

Lóðréttar ratsjárathuganir

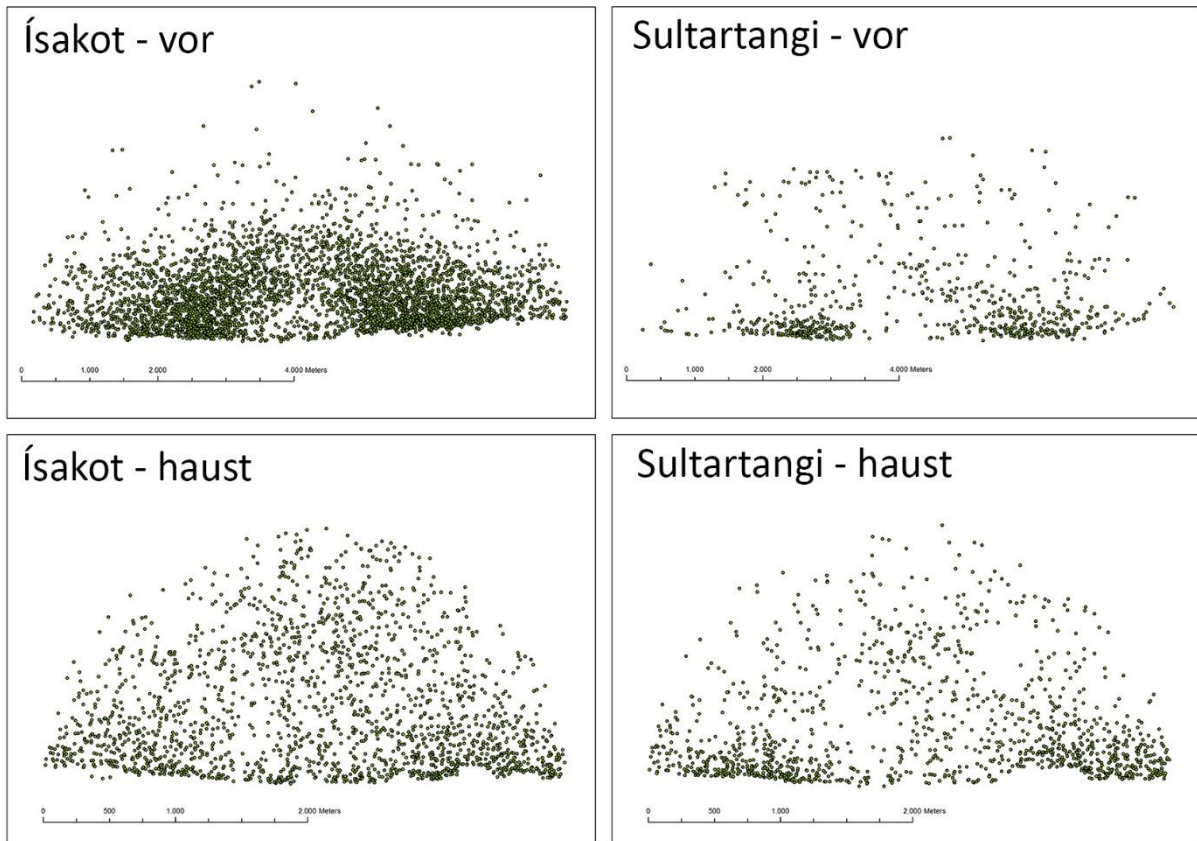
Lóðréttar ratsjárathuganir spönnuðu samtals 344 klukkustundir, þar af 183 við Ísakot og 161 á Sultartanga. Þær voru framkvæmdar bæði að nóttu og að degi til, þegar athugendur voru ekki á staðnum. Engar tegundaupplýsingar fengust því við þessar athuganir. Ratsjóni var komið í lóðréttu stöðu til að mæla flughæð fugla og fá mat á umferð fugla yfir tiltekið svæði á tilteknu tímabili. Í lóðréttu stöðu skannar ratsjóni hálfhring upp í loftið og því einskonar „snið“ hornrétt á ætlaða megin flugstefnu fugla inn og út af rannsóknarsvæðinu (sjá 1. mynd). Þegar fuglar fljúga í gegnum lóðréttu ratsjárgeislann koma þeir fram sem endurvarpsmerki á tölvuskjánum sem tengdur er ratsjóni (6. mynd). Ekki er hægt að greina hvort endurvarpsmerkið sé einn eða fleiri fuglar í hóp. Hér eftir verður því talað um „hóp“ fyrir hvert endurvarpsmerki.



6. mynd. Skjámynd þegar ratsjá er í lóðréttu stöðu. Örvagnar benda á merki sem sýna að fuglar hafi flogið í gegn þegar myndin var tekin. Fjarlægð frá ratsjá er táknuð með hringjum þar sem 0,5 km er á milli hringja. Þannig sést að efsti fuglinn er í um 700 m hæð.

Forritið ScreenHunter (www.wisdom-soft.com/products/screenhunter.htm) var notað til að taka skjámyndir með einnar mínútu millibili. Af myndunum voru taldir hópar í 2 km geisla (radius) frá ratsjóni og flughæð þeirra mæld í sérhönnuðum hugbúnaði (7. mynd). Við mælingu á flughæð var tekið tillit til landslags. Hópar voru taldir á 50 m hæðarbilum með aðstoð forritsins eCognition (www.ecognition.com/). Í framhaldinu var reiknað út hve margir hópar myndu þvera glugga sem væri

1 km breiður og 2 km hár á einum sólarhring. Við útreikninga á áflugshættu voru þrjú neðstu hæðarbilin, þ.e. 0 – 150 m hæð, talin áhættusvæði. Ekki var notast við myndir sem teknar voru í úrkomu.



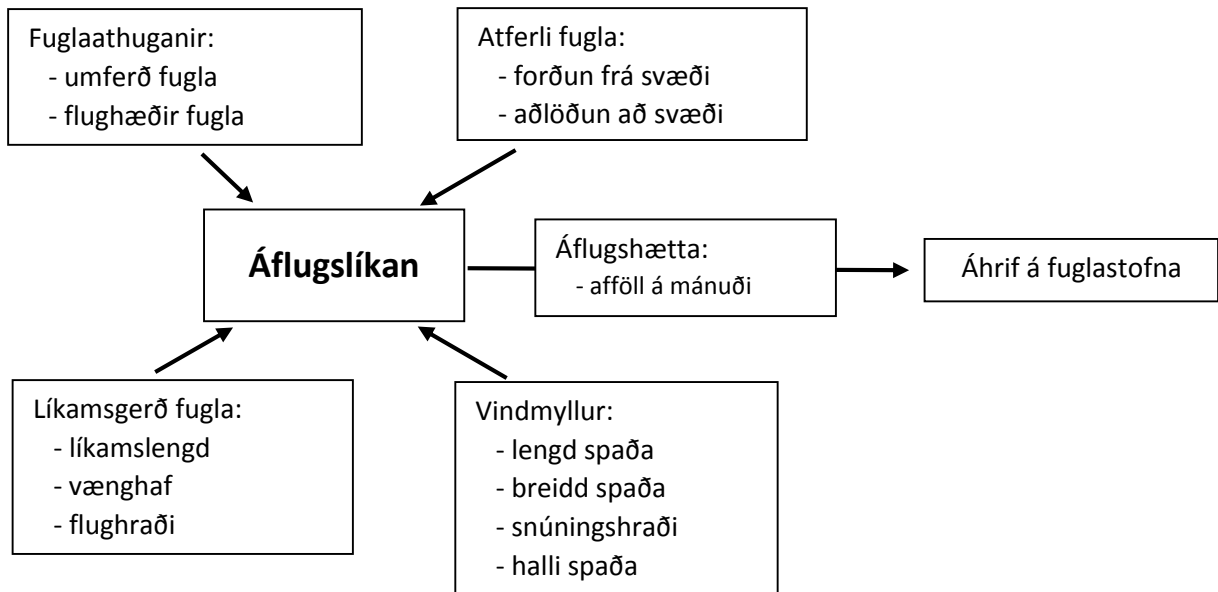
7. mynd. Fuglahópar sem komu fram á ratsjá í lóðréttri stöðu. Athugið mismunandi kvarða milli vors og hausts. Ratsjain var stillt á stærra svæði um vorið en tekið var tillit til þess í útreikningum.

Áflugshætta

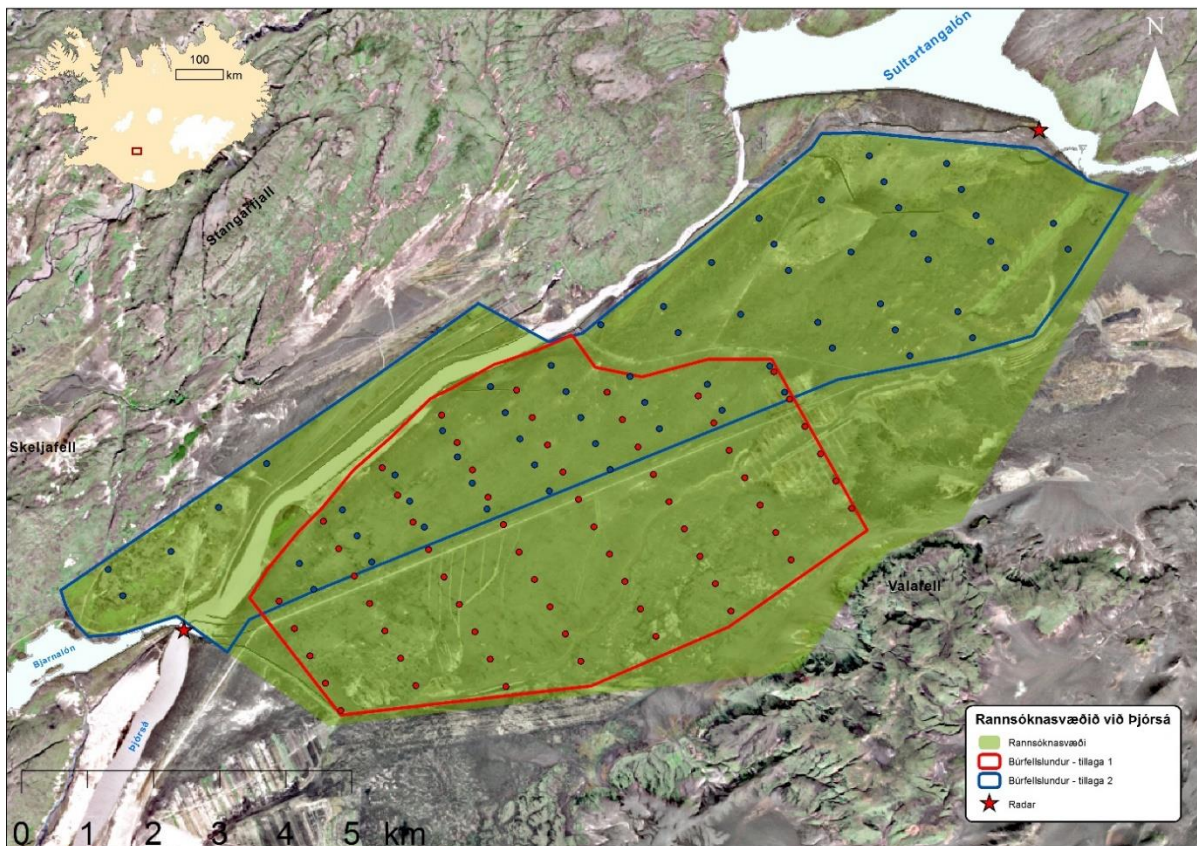
Áflugshætta var metin á tvo vegu. Annars vegar út frá gögnum úr lóðréttu ratsjárathugunum. Þau gefa gott mat á áflugshættu hópa þar sem fjöldi fuglahópa sem fara um svæðið og flughæð er nákvæmlega skráð. Gallinn er hins vegar sá að þessar upplýsingar eru ekki tegundamiðaðar og engar upplýsingar eru um fjölda fugla í hópunum. Því var einnig metin áflugshætta út frá láréttu ratsjargögnum. Þau gefa upplýsingar um fjölda einstaklinga af hverri tegund sem ættu að lenda í árekstri. Ókostur þessarar aðferðar er sá að ekki er öllum hópum fylgt eftir og hæðarmælingar nást bara á lítinn hluta fugla, þeirra sem næst athuganda fljúga. Það þarf því að gera ráð fyrir að fuglar sem sjást og þær hæðarmælingar sem nást endurspegli alla fugla sem fara um svæðið og meta hve stóran hluta af fuglum næst að fylgja eftir.

Við útreikningana var notast við reiknilíkan Bands (Band 2012). Inn í það reiknilíkan þarf að setja bæði upplýsingar um fugla og vindmyllur (8. mynd). Gert er ráð fyrir að í Búrfellslundi verði 63 vindmyllur en tvær mögulegar útfærslur eru á uppröðun þeirra, tillaga 1 og 2 (9. mynd). Reiknilíkanið gerir ráð fyrir að vindlundir séu réttthyrndir og var miðað við að stærð vindlunda í tillögu 1 væri 4,4 x 8,5 km en 3,0 x 12,5 km í tillögu 2. Helstu kennistærðir fyrir vindmyllurnar þurfa að fara inn í reiknilíkanið, svo sem stærð og hraði spaða (1. tafla). Reiknuð var áflugshætta fyrir tvo mismunandi halla á spöðum vindmyllanna (e. *average blade pitch*), 7% og 12%, þar sem 0% merkir að spaðarnir snúa þvert á vindstefnu en 100% þegar minnstur flötur snýr í vindátt. Einnig voru notuð tvö gildi fyrir forðun (e. *avoidance*) fugla, 99% og 97,75%. Með forðun er átt við hve hátt hlutfall fugla í áflugshættu nær að

forða sér. Viðurkennt gildi fyrir forðun er 98% (Scottish Natural Heritage 2010) en rannsóknir hafa sýnt að bæði grágæsir og heiðagæsir geta forðað sér í 99% tilfella (Pendlebury 2006).



8. mynd. Einföld skýringarmynd af reiknilíkani Bands (Band 2012).



9. mynd. Rannsóknarsvæðið (grænt) og áætlaðar staðsetningar vindmylla í Búrfellslundi sýnt með rauðum (tillaga 1) og bláum (tillaga 2) punktum. Rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá lína tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

1. tafla. Kennistærðir við útreikninga á áflugshættu í Búrfellslundi.

Kennistærð	Notað gildi
Stærð Búrfellslundar – tillaga 1	4,4 x 8,5 km
Stærð Búrfellslundar – tillaga 2	3,0 x 12,5 km
Turnhæð vindmyllu	84 m
Mesta breidd spaða	5 m
Spaðalengd	57 m
Hæsta staða spaða	141 m
Lægsta staða spaða	27 m
Snúningstími spaða	4,5 sek
Halli spaða	7% og 12%
Hættusvæði fugla	0 – 150 m hæð
Forðun fugla	99% og 97.75%

Þar sem reiknilíkanið þarf upplýsingar um líkamsgerð fugla en lóðréttar athuganir gefa ekki upplýsingar um tegundir var notast við hlutföll tegunda sem fengust úr láréttu athuguninum. Þar sem stundum reyndist ekki unnt að greina gæsir til tegunda eru gögn um þær sett saman í einn hóp. Flestir gæsa hópar sem greindir voru til tegunda voru þó heiðagæsir og eru því kennistærðir miðaðar við þá tegund. Auk gæsa var stuðst við tvær aðrar tegundir, álft og heiðlóu. Aðrar tegundir komu svo sjaldan fyrir að þeim var sleppt. Í reiknilíkanið voru notaðar líkamsstærðir og

flughraði tegundanna (2. tafla). Gögn um líkamsstærðir eru fengin úr DOF gagnagrunninum (www.dofbasen.dk/ART) en um flughraða frá Alerstam ofl. (2007).

Áflugshætta var reiknuð sérstaklega fyrir þá mánuði sem athuganir náðu til. Til að meta árekstrarhættu fyrir allt árið var áætlað hlutfall hina mánuði ársins út frá þekktum gildum athuganamánuðina. Þannig var gert ráð fyrir að flug í mars væri 25% af því sem er í apríl, júní og júlí, 15% af maí og ágúst og 25% af september. Ekki var gert ráð fyrir neinu flugi yfir vetrarmánuðina, frá nóvember til febrúar. Þó þetta mat sé ágiskun er talið að það sé ekki fjarri lagi og ekki halli á fuglana. Nokkur munur var á flugi fugla við Ísakot og Sultartanga en við mat á áflugshættu var notast við meðaltalsumferð þessara tveggja athuganastaða.

2. tafla. Helstu kennistærðir þeirra fugla sem notaðir voru við útreikninga á áflugshættu í Búrfellslundi. Gæsirnar eru að langmestu leyti heiðagæsir og því eru tölur um líkamsstærð og flughraða miðaðar við þær. Hlutfall miðast við fjölda greindra hópa við láréttar ratsjárathuganir.

Tegund	Fjöldi greindra hópa	Hlutfall	Líkamlengd (m)	Vænghaf (m)	Flughraði (m/s)
Gæsir	187	0,6091	0,68	1,53	16,1
Álft	39	0,1270	1,52	2,31	17,3
Heiðlóa	81	0,2638	0,27	0,72	13,7

Áhrif vinds

Vitað er að vindur getur haft mikil áhrif á flughæð fugla (sjá t.d. Liechti & Bruderer 1998 og Krüger & Garthe 2001). Fengin voru gögn yfir vindátt og vindstyrk í 10 metra hæð sem tekin voru á 10 mínútna fresti frá tveimur veðurstöðvum Landsvirkjunar, á Búðarhálsi og við vindmyllur á Hafinu (1. mynd) (Landsvirkjun 2015). Gerðar voru vindrósir fyrir hvorn stað fyrir sig að vori (1.4.-13.5.2014) og hausti (1.9.-31.10.2014) þegar ratsjárathuganir stóðu yfir. Tölfræðigreining á áhrifum þessara veðurbátta á flughæð fugla út frá hæðarmælingum var keyrð fyrir heiðagæs, grágæs, ógreindar gæsir, álft og heiðlóu, til að kanna orsakasamband. Notuð voru almenn línuleg líkön (e. *general linear model*) sem keyrð voru í tölfræðiforritinu SAS 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA).

Niðurstöður

Varpfuglar

Alls sáust 47 tegundir við fuglaathuganir vegna Búrfellslundar árið 2014 (3. tafla og viðauki 1). Af þeim eru 12 skráðar á válisti (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

3. tafla. Fuglategundir sem sáust innan og í nágrenni rannsóknarsvæðisins árið 2014. Athuganir við Ísakot og á Sultartanga eru byggðar á viðveru athugenda vor og haust en mófuglatalningar fóru fram í júní. Feitletraðar tegundir eru taldar verpa á eða í næsta nágrenni rannsóknarsvæðisins.

Tegundaheiti	Fræðiheiti	Ísakot	Sultart.	Mófuglat.	Válisti
Álft	<i>Cygnus cygnus</i>	x	x	x	
Heiðagæs	<i>Anser brachyrhynchus</i>	x	x	x	
Grágæs	<i>Anser anser</i>	x	x		Í yfirvofandi hættu (VU)
Helsingi	<i>Branta leucopsis</i>	x	x		Í hættu (EN)
Rauðhöfðaönd	<i>Anas penelope</i>	x			
Gargönd	<i>Anas strepera</i>	x			Í yfirvofandi hættu (VU)
Urtönd	<i>Anas crecca</i>		x		
Stökkönd	<i>Anas platyrhynchos</i>	x	x	x	
Skúfönd	<i>Aythya fuligula</i>		x		
Duggönd	<i>Aythya marila</i>		x		
Straumönd	<i>Histrionicus histrionicus</i>	x	x		Í nokkurri hættu (LR)
Hávella	<i>Clangula hyemalis</i>	x	x		
Hrafnsönd	<i>Melanitta nigra</i>	x			Í yfirvofandi hættu (VU)
Gulönd	<i>Mergus merganser</i>	x	x		Í yfirvofandi hættu (VU)
Lómur	<i>Gavia stellata</i>	x	x		
Himbrimi	<i>Gavia immer</i>	x	x		Í yfirvofandi hættu (VU)
Fýll	<i>Fulmarus glacialis</i>	x			
Dílaskarfur	<i>Phalacrocorax carbo</i>		x		
Haförn	<i>Haliaeetus albicilla</i>	x			Í hættu (EN)
Smyrill	<i>Falco columbarius</i>	x	x		
Fálki	<i>Falco rusticolus</i>	x	x	x	Í yfirvofandi hættu (VU)
Tjaldur	<i>Haematopus ostralegus</i>	x			
Sandlóa	<i>Charadrius hiaticula</i>	x	x	x	
Heiðlóa	<i>Pluvialis apricaria</i>	x	x	x	
Rauðbrystingur	<i>Calidris canutus</i>	x			
Sendlingur	<i>Calidris maritima</i>	x	x	x	
Lóuþræll	<i>Calidris alpina</i>	x	x	x	
Hrossagaukur	<i>Gallinago gallinago</i>	x		x	
Jaðrakan	<i>Limosa limosa</i>	x	x		
Spói	<i>Numenius phaeopus</i>	x		x	
Stelkur	<i>Tringa totanus</i>	x	x	x	
Ískjói	<i>Stercorarius pomarinus</i>	x	x		
Kjói	<i>Stercorarius parasiticus</i>	x	x	x	
Fjallkjói	<i>Stercorarius longicaudus</i>		x		
Skúmur	<i>Stercorarius skua</i>	x	x		
Hettumáfur	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	x	x		
Sílamáfur	<i>Larus fuscus</i>	x	x	x	
Svartbakur	<i>Larus marinus</i>	x	x		Í yfirvofandi hættu (VU)
Kría	<i>Sterna paradisaea</i>		x	x	
Þúfuttlingur	<i>Anthus pratensis</i>	x	x	x	
Mariuerla	<i>Motacilla alba</i>	x	x	x	
Steindepill	<i>Oenanthe oenanthe</i>	x	x	x	
Skógarþröstur	<i>Turdus iliacus</i>	x	x	x	
Hrafn	<i>Corvus corax</i>	x	x	x	Í yfirvofandi hættu (VU)
Fjallafinka	<i>Fringilla montifringilla</i>	x			
Auðnutittlingur	<i>Carduelis flammea</i>	x	x	x	
Snjótittlingur	<i>Plectrophenax nivalis</i>	x	x	x	

Flestar tegundir sáust við ratsjárathuganir vor og haust þegar farfuglar áttu leið um svæðið en færri um sumarið þegar athugað var með varpfugla. Alls eru 18 tegundir fugla taldar verpa á rannsóknarsvæðinu eða í næsta nágrenni þess, þar af þrjár á válista, grágæs, fálki og hrafn. Af þeim er aðeins grágæs talin verpa innan rannsóknarsvæðisins en fálki og hrafn eiga varpóðul í næsta nágrenni.

Á meirihluta talningapunkta, eða 76 af 124, urðu talningamenn ekki varir við mófugla innan 200 metra fjarlægðar. Hinir 48 punktarnir skiluðu alls 91 mófugli (4. tafla). Þegar dreifing þeirra er skoðuð myndrænt sést að mest var af þeim nyrst á rannsóknarsvæðinu þ.e. næst Sultartangalóni (Viðauki 2). Af einstökum punktum skar einn sig úr hvað varðar fjölda mófugla, sá vestasti, en þar voru 13 fuglar. Sá næsti í röðinni var með 6 mófugla. Ef bornar eru samana tillögurnar tvær um Búrfellslund sést að tillaga 1 er á því svæði sem hvað minnst var af mófuglum. Tillaga 2 nær hins vegar bæði yfir svæðið næst Sultartangalóni og vestasta punktinn sem gaf flesta fugla (Viðauki 2). Innan tillögu 1 falla 60 talningapunktar en 66 innan tillögu 2. Munur á fjölda mófugla milli tillagna er hins vegar næstum þrefaldur þar sem aðeins voru 22 mófuglar innan tillögu 1 en 64 innan tillögu 2. Að auki varð vart við fleiri tegundir innan tillögu 2 eða 7 á móti 5 innan tillögu 1 (4. tafla).

4. tafla. Fjöldi mófugla sem fram komu við punkttalningar á rannsóknarsvæðinu og innan hvorrar tillögu að Búrfellslundi. Sýndur er, fyrir hvert svæði, bæði heildarfjöldi fugla og fjöldi punkta þar sem einhverjir fuglar sáust. Heildarfjöldi punkta voru 124 á rannsóknarsvæðinu, 60 innan tillögu 1 og 66 innan tillögu 2.

Tegund	Rannsóknarsvæði		Búrfellslundur - tillaga 1		Búrfellslundur - tillaga 2	
	Fj. fugla	Fj. punkta	Fj. fugla	Fj. punkta	Fj. fugla	Fj. punkta
Heiðlóa	34	21	5	4	29	16
Sandlóa	11	11	5	5	5	5
Spói	19	13	7	6	14	9
Lóupræll	6	3	0	0	6	3
Kjói	1	1	0	0	0	0
Steindepill	6	6	0	0	2	2
Þúfutittlingur	12	10	4	4	6	4
Snjótittlingur	1	1	1	1	1	1
Heild	90	48	22	18	64	28

Útreiknaður þéttleiki nær til 6 tegunda af þeim 8 sem komu fram við punkttalninguna. Þær tvær sem útaf standa eru kjói (ein fjarlægðarmæling náðist) og snjótittlingur (engin fjarlægðarmæling). Heildarþéttleiki fugla á rannsóknarsvæðinu var 14,5 og uppreiknaður heildarfjöldi 1.128 (5. tafla). Mestur var þéttleiki heiðlóu og var uppreiknaður heildarfjöldi hennar 315. Næst kemur sandlóa en samkvæmt útreikningum ættu þær að hafa verið 238 á rannsóknarsvæðinu. Það er mun meiri fjöldi en af spóa, þrátt fyrir að næstum tvöfalt fleiri spóar hafi sést. Stafar það af því að spóinn er mjög áberandi fugl og sést langt að á meðan erfitt er að koma auga á sandlóu.

5. tafla. Þéttleiki og heildarfjöldi einstakra tegunda á rannsóknarsvæðinu. Fjöldi tákna fjölda fugla af viðkomandi tegund sem sáust á punktum 124 og notaðir voru við útreikninga á þéttleika. Heildarfjöldi er reiknaður út frá þéttleikanum, miðað við stærð rannsóknarsvæðisins (76,9 km²). Innan sviga eru gefin 95% öryggismörk á þéttleika og heildarfjölda

Tegund	Fjöldi	Þéttleiki (fuglar/km ²)	Heildarfjöldi
Heiðlóa	30	4,1 (2,2 – 7,4)	315 (175 – 569)
Sandlóa	10	3,1 (1,6 – 6,1)	238 (122 – 466)
Spói	18	1,2 (0,7 – 2,0)	89 (51 – 153)
Lóupræll	6	1,5 (0,4 – 5,5)	115 (31 – 422)
Kjói	1		
Steindepill	6	0,8 (0,4 – 2,0)	64 (27 – 150)
Þúfutittlingur	6	1,8 (0,7 – 4,6)	141 (56 – 353)
Allir fuglar	77	14,7 (9,7 – 22,2)	1128 (745 – 1709)

Eins og áður hefur verið vikið að var dreifing fugla ekki jöfn um svæðið og var þéttleikinn mun minni innan tillögu 1 en tillögu 2 (6.tafla). Að auki nær tillaga 2 yfir stærra svæði. Munur á uppreiknuðum heildarfjölda fugla innan hvors svæðis er því mjög mikill, eða 257 fuglar á svæði 1 á móti 816 fuglum á svæði 2. Þar sem þéttleiki fugla var mjög lágur var ekki hægt að reikna út þéttleika einstakra tegunda fyrir hvora tillögu.

6. tafla. Þéttleiki og heildarfjöldi mófugla á Hafinu skipt eftir mismunandi tillögum að Búrfellslundi. Fjöldi talningapunkta innan hvers svæðis er einnig sýndur sem og fjöldi fugla sem sást við talninguna. Innan sviga eru gefin 95% öryggismörk á þéttleika og heildarfjölda.

Svæði	Punktur	Fuglar	Þéttleiki (fuglar/km ²)	Flatarmál (km ²)	Heildarfjöldi
Rannsóknarsvæðið	124	77	14,7 (9,7 – 22,2)	76,9	1128 (745 – 1709)
Búrfellslundur, tillaga 1	60	19	7,5 (4,5 – 12,4)	34,3	257 (155 – 426)
Búrfellslundur, tillaga 2	66	54	19,4 (11,3 – 33,1)	42,1	816 (477 – 1397)

Farfuglar

Áflugshætta

Niðurstöður reiknilíkansins fyrir gögn úr lóðréttum ratsjárathugunum sýna að gera má ráð fyrir að fjöldi hópa sem lendir í árekstri verði frá þremur og upp í sex á ári ef vindmyllur verða reistar samkvæmt tillögu 1 (7. tafla). Breytileikinn stafar af mismunandi forsendum hvað varðar halla spaða og forðun fuglanna. Samsvarandi tölur, ef farið verður að tillögu 2, eru mun lægri eða frá einum hópi og upp í þrjá. Ef gert er ráð fyrir að þeir fuglar sem greindir voru við ratsjárathuganir (8. tafla) endurspegli hlutfall tegunda sem flýgur um svæðið, má gera ráð fyrir að flestir hópar séu heiðagæsir. Aðrir hópar væru líklegast heiðlóur, álftir og grágæsir. Áflugshættan yrði mest í september en að hausti eru hóparnir jafnframt stærstir.

Niðurstöður reiknilíkansins fyrir gögn úr láréttum ratsjárathugunum sýna að gera megi ráð fyrir að allt frá sex upp í fjórtán fuglar á ári lendi í árekstri ef vindmyllur verða reistar samkvæmt tillögu 1 (9. tafla). Breytileikinn stafar af mismunandi forsendum hvað varðar halla spaða og forðun fuglanna. Samsvarandi tölur, ef farið verður að tillögu 2, eru mun lægri eða frá þremur upp í sjö. Áflugshættan er almennt mest í maí og október. Afföll álfta yrðu mest í október þó ekki sé um mikinn fjölda að ræða. Ekki var unnt að reikna afföll álfta að vori vegna þess hversu fáar sást. Áflug gæsa yrðu mest í október en flest afföll heiðlóa yrðu í september og október.

7. tafla. Áætlaður mánaðarlegur og árlegur fjöldi hópa sem gera má ráð fyrir að lendi í árekstri við vindmyllur í Búrfellslundi.

Halli spaða	Forðun	Apr		Maí		Sep		Okt		Allt árið	
		(%)	(%)	Tillaga 1	Tillaga 2	Tillaga 1	Tillaga 2	Tillaga 1	Tillaga 2	Tillaga 1	Tillaga 2
7	99	0,31	0,15	0,32	0,15	1,35	0,63	0,25	0,12	2,75	1,28
7	97,75	0,70	0,33	0,72	0,34	3,04	1,41	0,57	0,27	6,19	2,87
12	99	0,31	0,14	0,32	0,15	1,34	0,62	0,25	0,12	2,73	1,27
12	97,75	0,70	0,33	0,72	0,33	3,02	1,40	0,57	0,26	6,15	2,85

8. tafla. Meðalhópastærð hveurrar tegundar vor og haust.

Tegund	Meðalstærð hópa		Staðalfrávik		n		Miðgildi hópastærðar	
	Vor	Haust	Vor	Haust	Vor	Haust	Vor	Haust
Álft	2,666667	6,67568	2,081666	5,38028	3	37	2	6
Ógreindar gæsir	5,36842	41,8462	4,32104	43,4067	38	13	4	18
Heiðagæs	6,36727	32,8462	7,66268	34,3119	110	13	4	20
Grágæs	2,45455	3	1,50756		11	1	2	
Heiðlóa	3,69231	16,6029	3,81629	12,6233	13	68	2	15

9. tafla. Áætluð mánaðarleg og árleg afföll algengustu tegunda og tegundahópa sem fljúga um Búrfellslund (T1 = Tillaga 1, T2 = Tillaga 2).

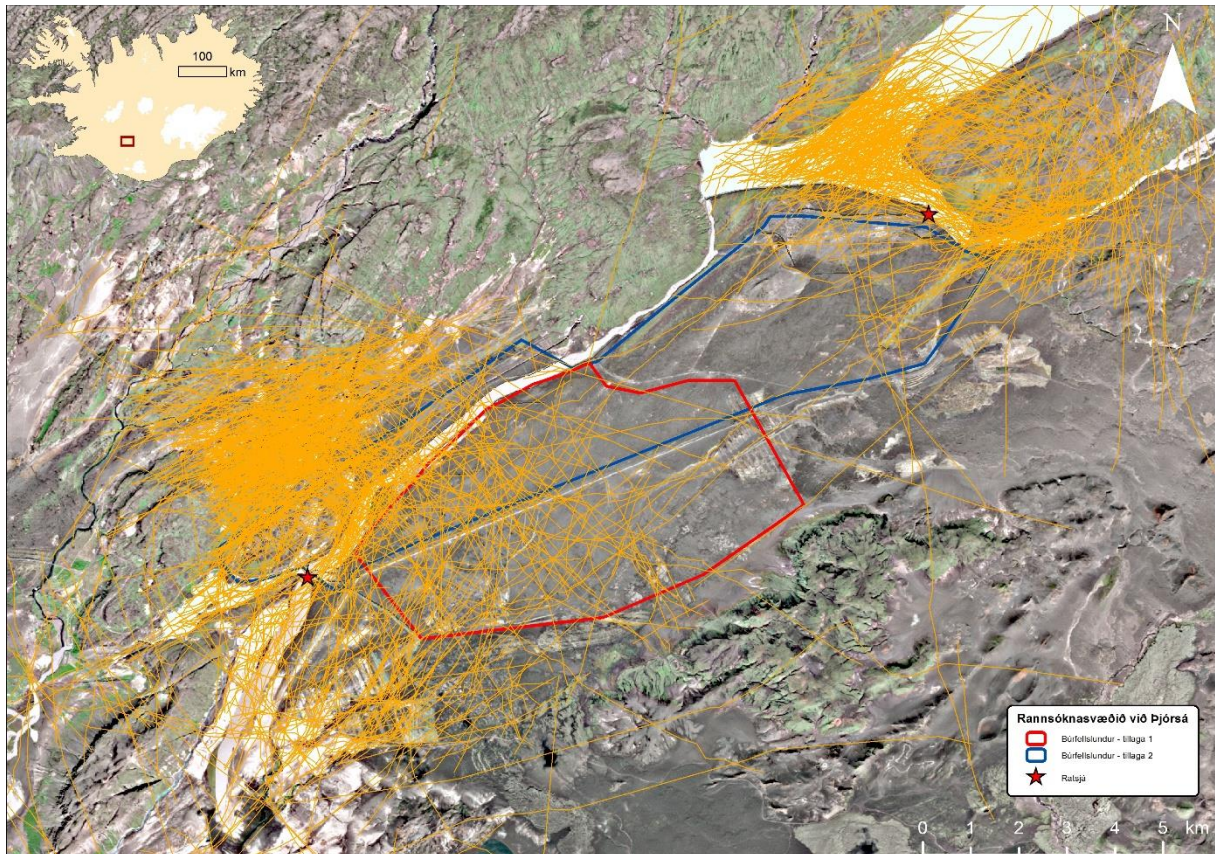
Tegund	Halli spaða	Forðun	Mar		Apr		Maí		Jún		Júl		Ágú		Sep		Okt		Nóv-feb		Allt árið			
			(%)	(%)	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2		
Álft	7	99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,17	0,08	0,00	0,00	0,18	0,09	
	7	97,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,39	0,18	0,00	0,00	0,41	0,19	
	12	99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,17	0,08	0,00	0,00	0,18	0,09	
	12	97,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,39	0,18	0,00	0,00	0,41	0,19	
Allar gæsir	7	99	0,17	0,08	0,68	0,32	1,20	0,56	0,18	0,08	0,18	0,08	0,07	0,03	0,28	0,13	1,77	0,82	0,00	0,00			4,54	2,10
	7	97,75	0,38	0,18	1,53	0,71	2,71	1,26	0,41	0,19	0,41	0,19	0,16	0,07	0,64	0,30	3,98	1,85	0,00	0,00			10,21	4,73
	12	99	0,17	0,08	0,67	0,31	1,19	0,55	0,18	0,08	0,18	0,08	0,07	0,03	0,28	0,13	1,75	0,81	0,00	0,00			4,48	2,08
	12	97,75	0,38	0,18	1,51	0,70	2,68	1,24	0,40	0,19	0,40	0,19	0,16	0,07	0,63	0,29	3,93	1,82	0,00	0,00			10,08	4,68
Heiðlóa	7	99	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,07	0,58	0,27	0,78	0,36	0,00	0,00			1,53	0,71
	7	97,75	0,01	0,00	0,04	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,15	1,29	0,60	1,75	0,81	0,00	0,00			3,44	1,60
	12	99	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,07	0,58	0,27	0,79	0,37	0,00	0,00			1,56	0,72
	12	97,75	0,01	0,00	0,04	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,15	1,31	0,61	1,77	0,82	0,00	0,00			3,50	1,62

Farleiðir

Við láréttar ratsjárathuganir voru samtals hnitsettir 1853 ferlar (10. mynd). Af þeim voru 614 greindir til 30 tegunda og voru heiðagæs (261), heiðlóa (147) og álftr (63) langalgengastar.

Rétt er að benda á að landslag sunnan Sultartangastíflu olli truflunum á ratsjá, sem skýrir hvers vegna farleiðir yfir Búðarhálsi og Sultartangastíflu enda eða byrja gjarnan við sjálfa stífluna. Sömuleiðis olli mishæðótt landslag austan Þjórsár því að erfitt reyndist að fylgja eftir ferðum smærri fugla og jafnvel stærri fugla ef þeir voru nærri jörðu. Best var að fylgja fuglum eftir sem flugu yfir vatnsflöt eða í mikilli hæð yfir landi, t.d. yfir Þjórsárdal og þaðan upp með Hafinu. Það þótti greinilegt að meginfar fugla að vori lá í suðvestur-norðaustur stefnu (eða öfugt) yfir svæðinu og fór meirihluti hópa um vestan- og norðanverðan hluta rannsóknarsvæðisins. Mikill fjöldi hópa, að mestu leyti gæsir, fór um Þjórsárdal og þaðan upp með Hafinu, milli Skeljafells og Stangarfjalls. Þaðan virtust þeir stefna áfram um eða meðfram Sandafelli og norðaustur yfir Sultartangastíflu. Fyrripart vörs sáust hópar koma úr gagnstærðri átt en fylgdu meira og minna sömu landfræðilegum kennileitum.

Farleiðir að hausti voru nokkuð frábrugðnar því sem gerðist að vori. Þá lágu flestar farleiðir til suðurs og austurs og virtust þær ekki fylgja ákveðnum meginleiðum eins og að vori.



10. mynd. Ferlar fugla, greindra sem ógreindra, sem sáust með aðstoð ratsjár á rannsóknarsvæðinu og í nágrenni þess vor og haust 2014. Rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá lína tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

Jafnmargar tegundir sáust að vori sem hausti (20) en tegundasamsetningin var þó misjöfn. Um vorið sást meira af andfuglum og vaðfuglum en um haustið fjölgaði máffuglum og spörfuglum (10. tafla). Annar árstíðabundinn munur sem kom fram var hópastærð fugla, en hún var almennt meiri að hausti (8. tafla). Talsverðan fjölda gæsa náðist ekki að greina til tegunda að vori. Líklega var þó í langflestum tilfellum um heiða- eða grágæsir að ræða. Um haustið náðist hins vegar að greina langflesta gæsaþópa til tegunda.

Hæðarmælingar með fjarlægðarmæli náðust alls á 12 tegundum, langflestar á þeim algengustu (10. tafla). Nothæfar skjámyndir úr lóðréttum athugunum voru 20.658 og sýndu þær samtals 7.871 hóp af fuglum.

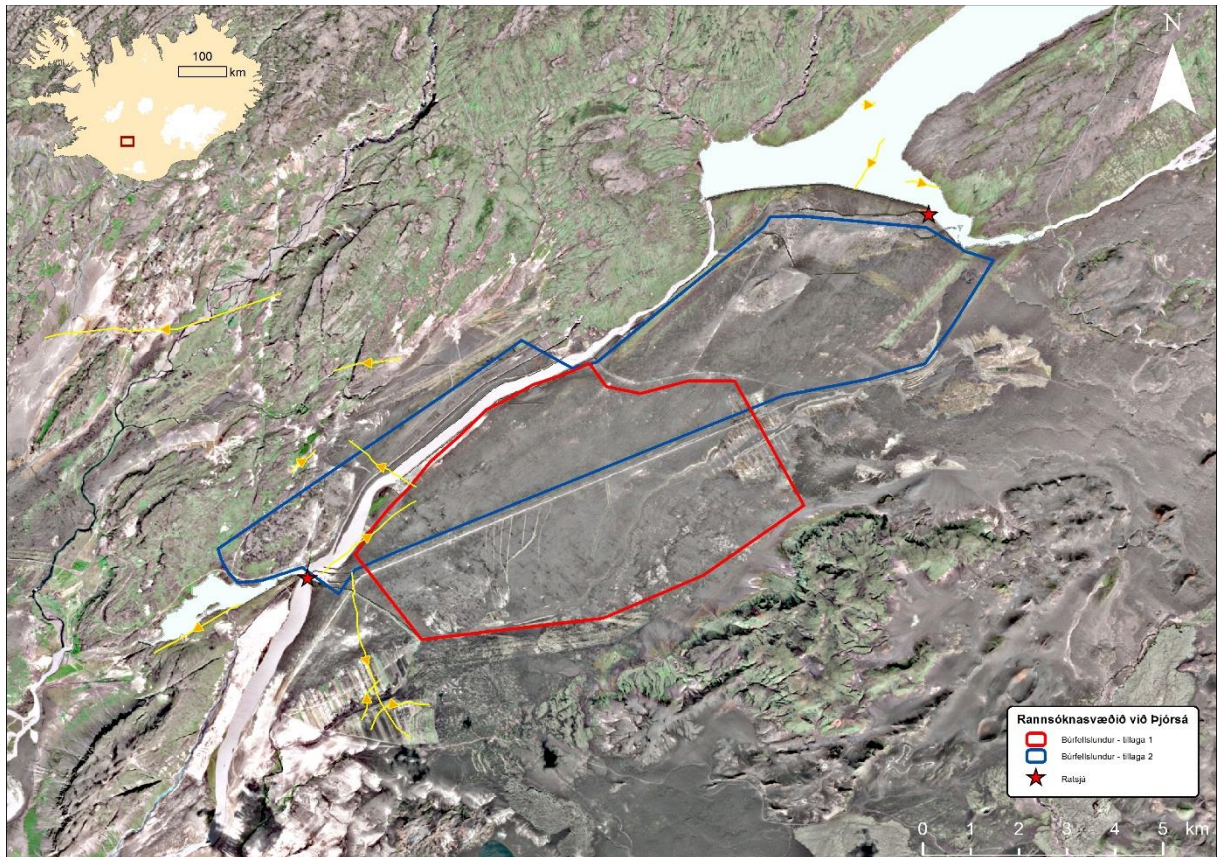
10. tafla. Fjöldi ferla, fugla og hæðarmælinga sem fengust við ratsjárathuganir á og við rannsóknarsvæðið vor og haust 2014, skipt eftir tegundum og hópum.

Tegund	Ferlar		Fjöldi fugla		Fjöldi hæðarmælinga	
	vor	haust	vor	haust	vor	haust
Álft	12	51	34	369	4	133
Heiðagæs	242	19	1461	678	271	49
Grágæs	28	5	65	38	18	0
Helsingi	0	1	0	5	0	0
Ógreindar gæsir	194	24	1015	710	15	5
Stökkönd	2	0	7	0	3	0
Skúfönd	1	0	1	0	0	0
Duggönd	1	0	15	0	0	0
Hávella	1	0	5	5	0	0
Gulönd	1	3	3	5	0	0
Ógreindir andfuglar	0	5	0	90	0	0
Smyrill	0	1	0	1	0	0
Fálki	0	1	0	1	0	0
Heiðlóa	40	107	135	1753	13	15
Rauðbrystingur	3	0	140	0	0	0
Hrossagaukur	5	0	12	0	0	0
Jaðrakan	3	0	7	0	1	0
Spói	2	0	4	0	0	0
Stelkur	1	0	3	0	0	0
Ógreindir vaðfuglar	5	1	60	-	0	0
Ískjói	0	3	0	3	0	1
Kjói	1	1	2	3	0	0
Fjallkjói	0	2	0	3	0	2
Skúmur	4	0	4	0	0	0
Hettumáfur	2	1	8	3	0	0
Sílamáfur	11	3	25	7	8	0
Svartbakur	4	3	6	6	0	2
Ógreindir máfar	13	1	41	1	0	0
Kría	0	1	0	1	0	0
Þúfuttlingur	0	2	0	3	0	0
Skógarþröstur	0	1	0	89	0	0
Hrafn	4	11	5	19	2	0
Auðnutittlingur	0	1	0	46	0	0
Snjótittlingur	0	29	0	2120	0	0
Ógreindir spörfuglar	1	1	-	18	0	0
Ógreindir fuglar	621	373	-	-	-	-

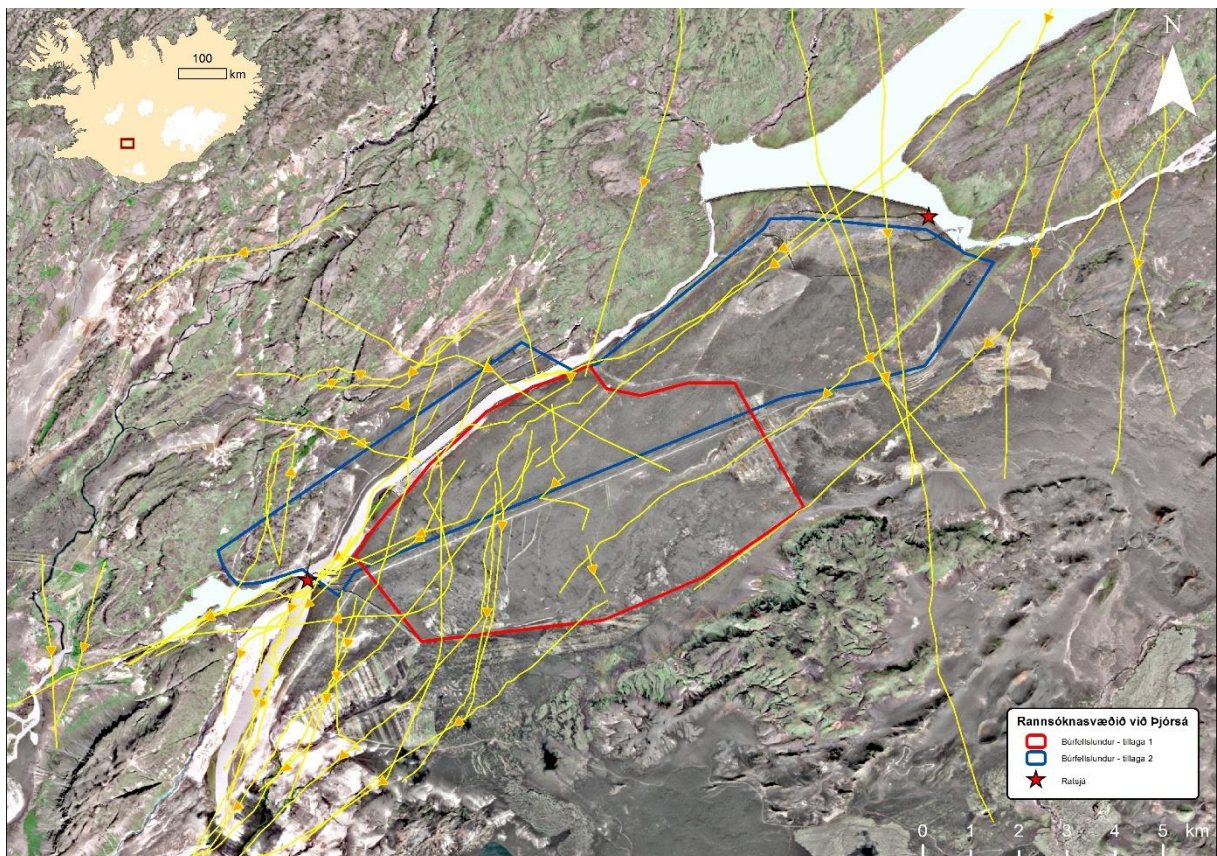
Eins og fram hefur komið voru álftir, heiðagæsir og heiðlóur, auk ógreindra gæsa, langalgengustu tegundirnar sem sáust á farflugi um rannsóknarsvæðið vor og haust. Aðrar tegundir sáust í mjög litlum mæli og verður því ekki gerð frekari grein fyrir þeim. Í lok athugunartíma að hausti varð vart við talsvert far snjótittlinga sem nánar verður þó greint frá.

Álft *Cygnus cygnus*

Farleiðir álfta vor og haust 2014 eru sýndar á 11.-12. mynd. Fáir álftahópar sáust um vorið og því erfitt að segja til um hvort raunverulegt far milli landshluta hafi átt sér stað eða hvort um staðbundnari tilfærslur var að ræða. Um haustið sáust mun fleiri álftahópar og oftast en ekki voru hóparnir á fari frá norðri eða norðaustri til suðurs eða suðvesturs.

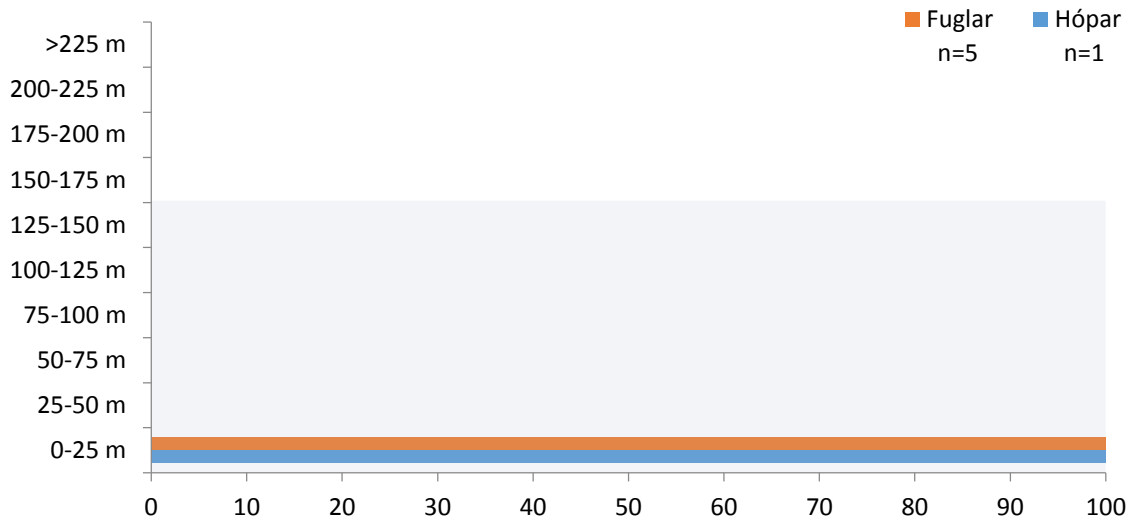


11. mynd. Farleiðir álfta um rannsóknarsvæðið vorið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

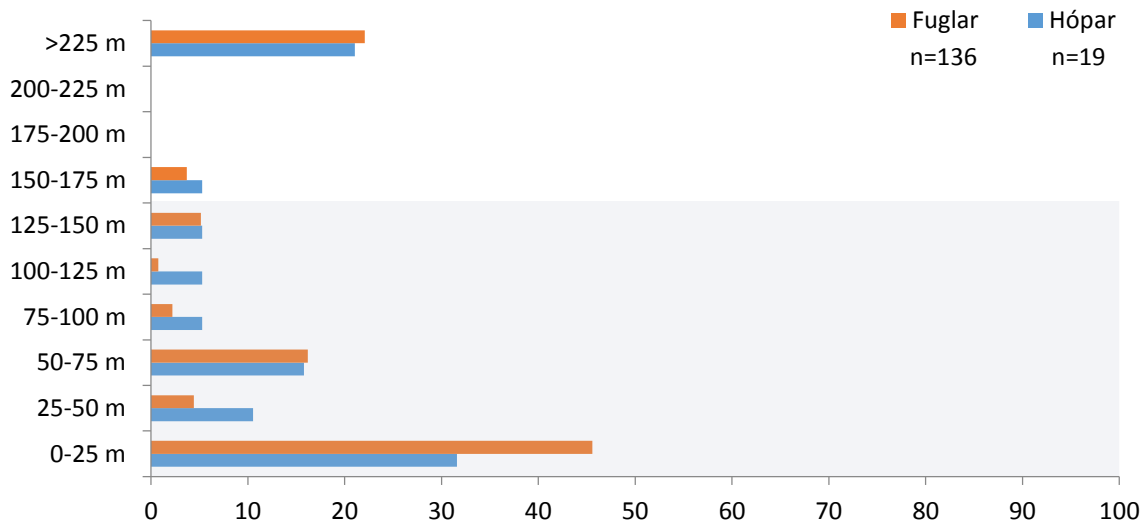


12. mynd. Farleiðir álfta um rannsóknarsvæðið haustið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

Um vorið flaug eini hæðarmældi álfthópurinn undir 25 m hæð (13. mynd). Að hausti flugu 73,7% hópa (74,3% fugla) í vindmylluhæð (0-150 m hæð) (14. mynd). Flestar reyndust þó vera undir 25 m hæð (31,6% hópa, 45,6% fugla).



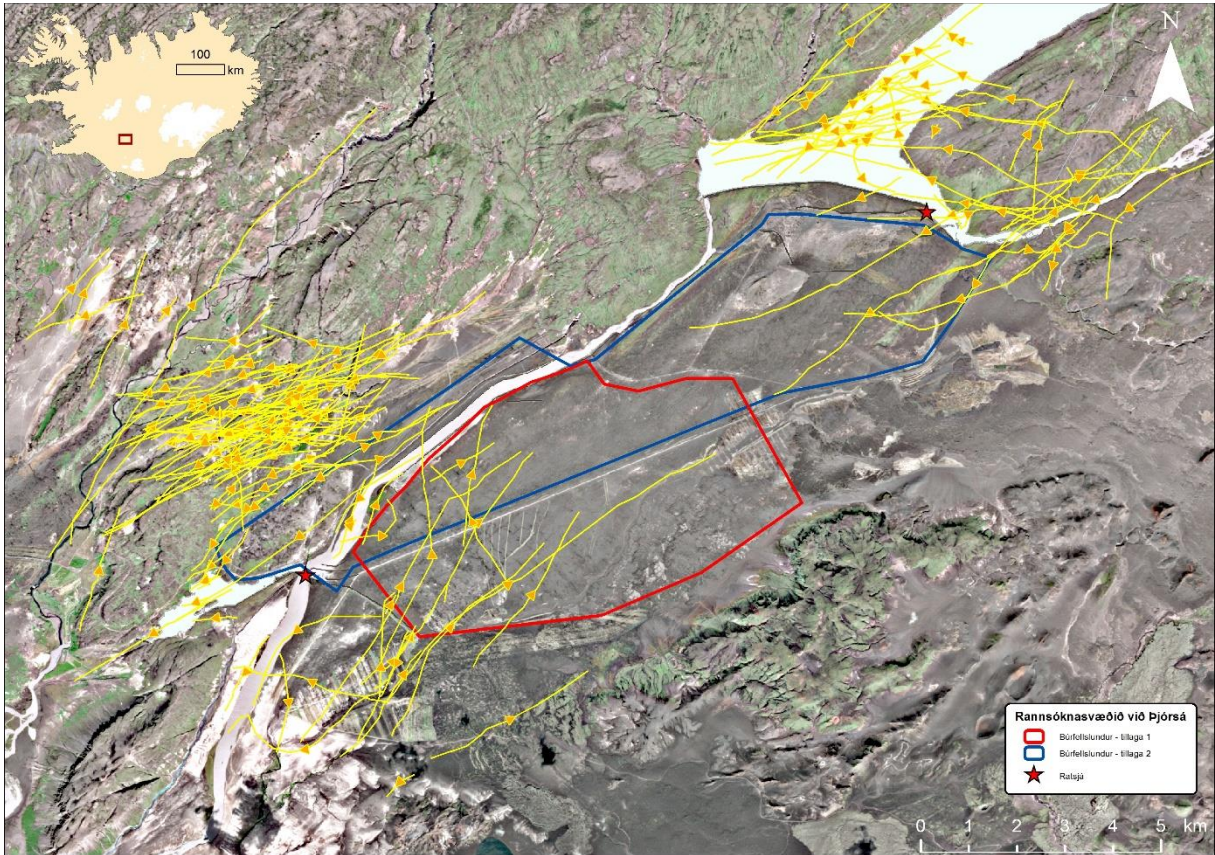
13. mynd. Flughæðir álfta að vori sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.



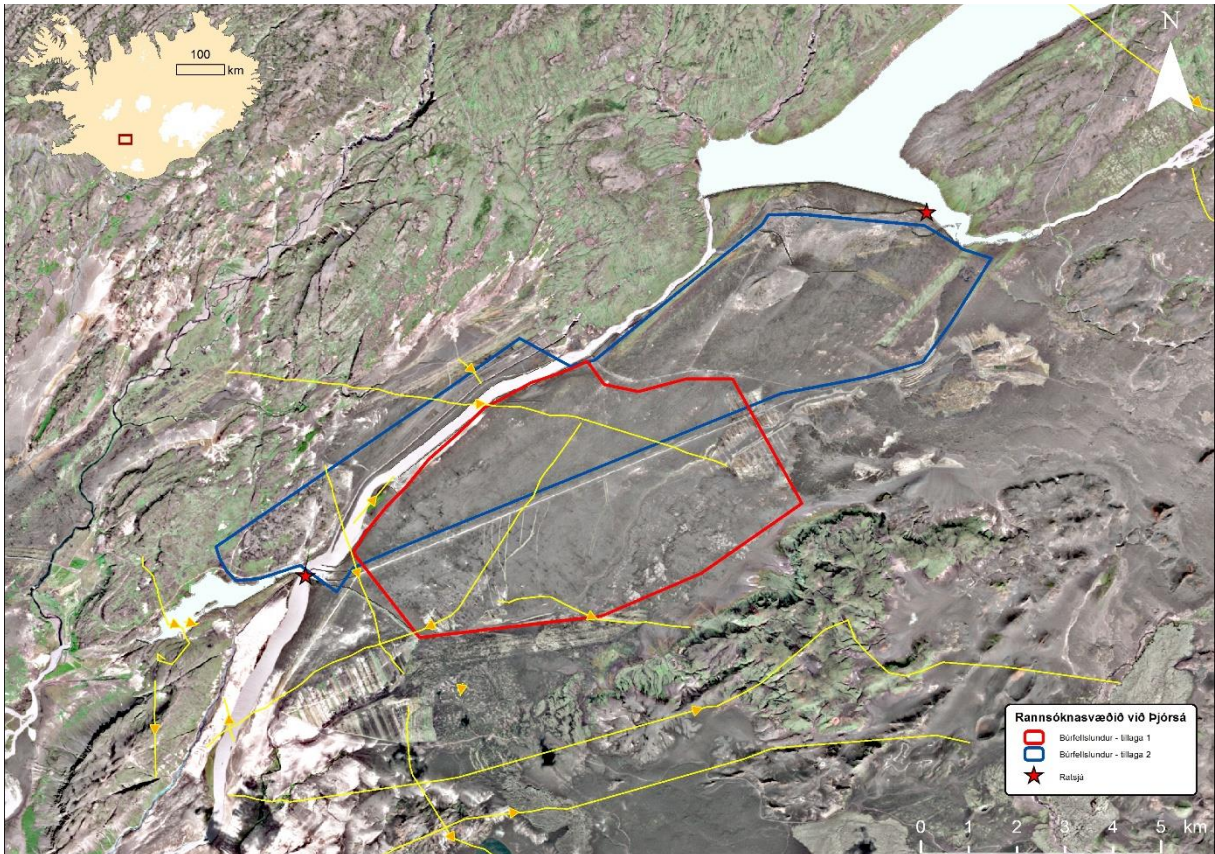
14. mynd. Flughæðir álfta að hausti sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.

Ógreindar gæsir *Anser sp.*

Miðað við tegundahlutfall greindra gæsa má gera ráð fyrir að yfirgnæfandi hluti ógreindra gæsa hafi verið heiðagæsir. Tvenns konar farmynstur kom fram um vorið. Fyrrihluta vors sást hópar koma úr norðaustri á leið suðvestur á Suðurlandsundirlendið en er leið á vorið snerist það við og meira sást af hópum á leið inn til landsins (15. mynd). Að hausti voru fáir hópar ógreindir en fjöldi fugla var hins vegar mun meiri. Stefndu flestir hópar til austurs yfir miðbik rannsóknarsvæðis eða sunnan þess (16. mynd).

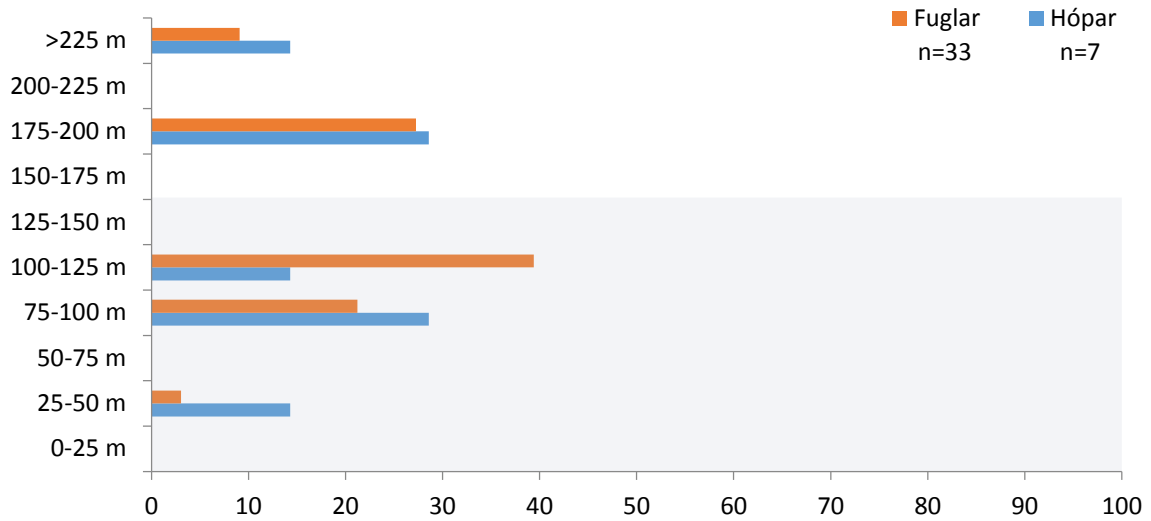


15. mynd. Farleiðir ógreindra gæsa (*Anser sp.*) um rannsóknarsvæðið vorið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

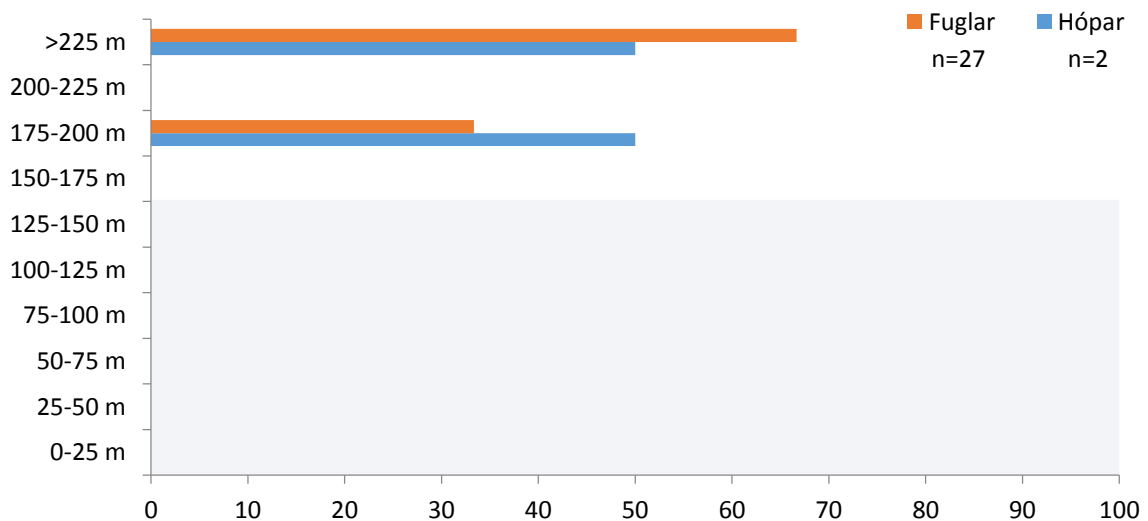


16. mynd. Farleiðir ógreindra gæsa (*Anser sp.*) um rannsóknarsvæðið haustið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

Samtals flugu 57,1% hópur (63,6% fugla) í vindmylluhæð (0-150 m hæð) um vorið (17. mynd). Að hausti flugu tveir hæðarmældir hópar yfir vindmylluhæð (18. mynd).



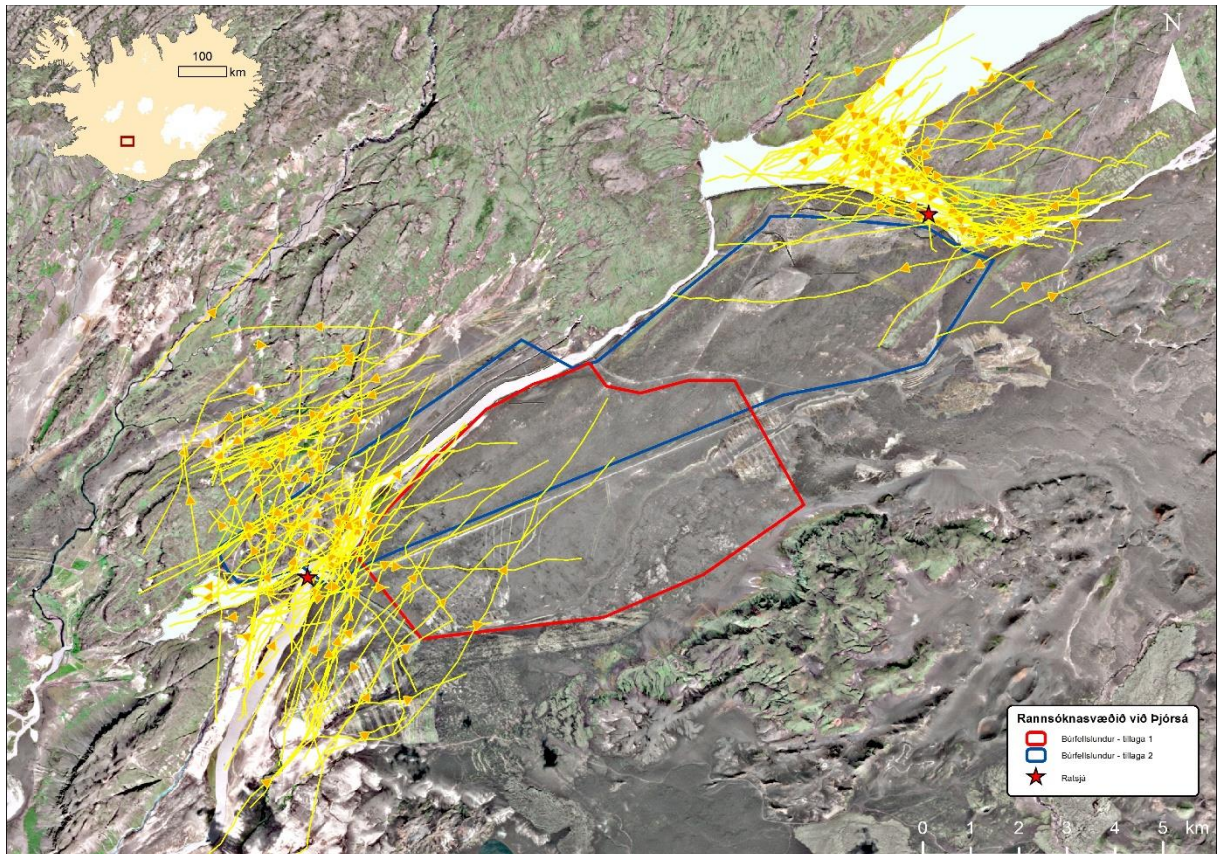
17. mynd. Flughæðir ógreindra gæsa (*Anser sp.*) að vori sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.



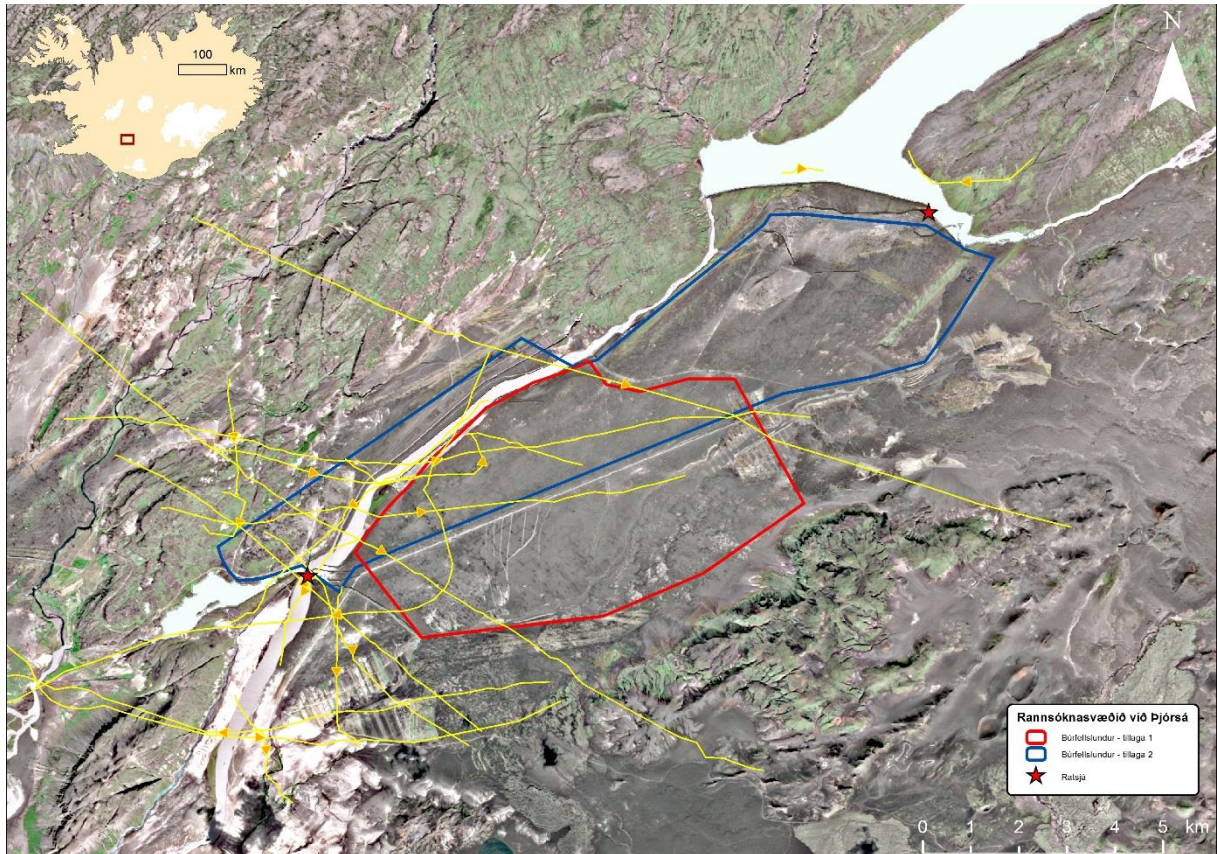
18. mynd. Flughæðir ógreindra gæsa (*Anser sp.*) að hausti sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.

Heiðagæs *Anser brachyrhynchus*

Heiðagæs var algengasta tegundin sem sást fljúga yfir svæðinu (19.-20. mynd). Eins og hjá ógreindum gæsum kom fram tvenns konar farmynstur um vorið. Fyrrihluta vors sáust hópar koma úr norðaustri á leið suðvestur á Suðurlandsundirlendið en er leið á vorið snerist það við og meira sást af hópum á leið inn til landsins, væntanlega á leið til varpstöðva á hálendinu.

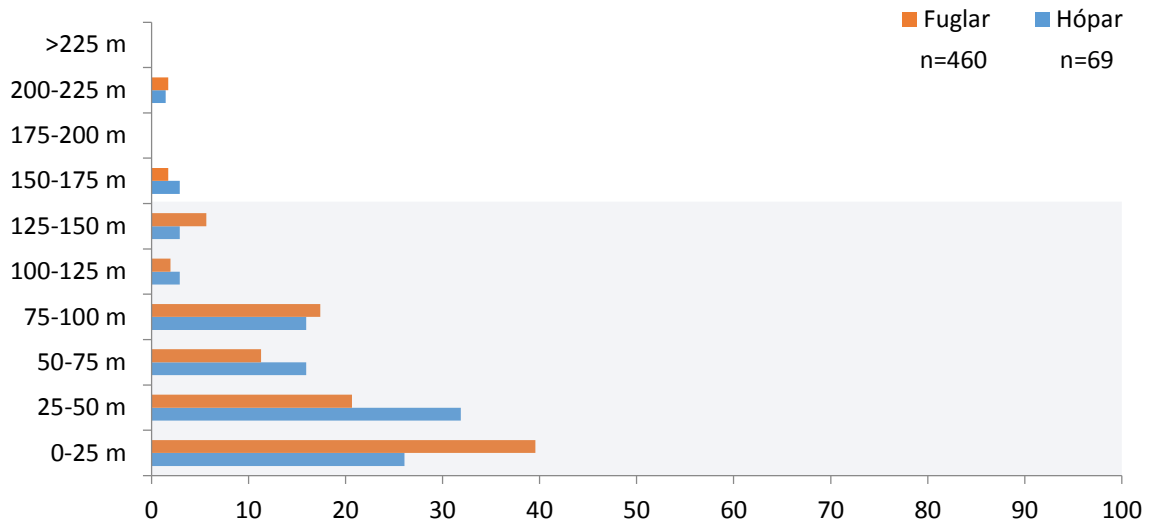


19. mynd. Farleiðir heiðagæsa um rannsóknarsvæðið vorið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

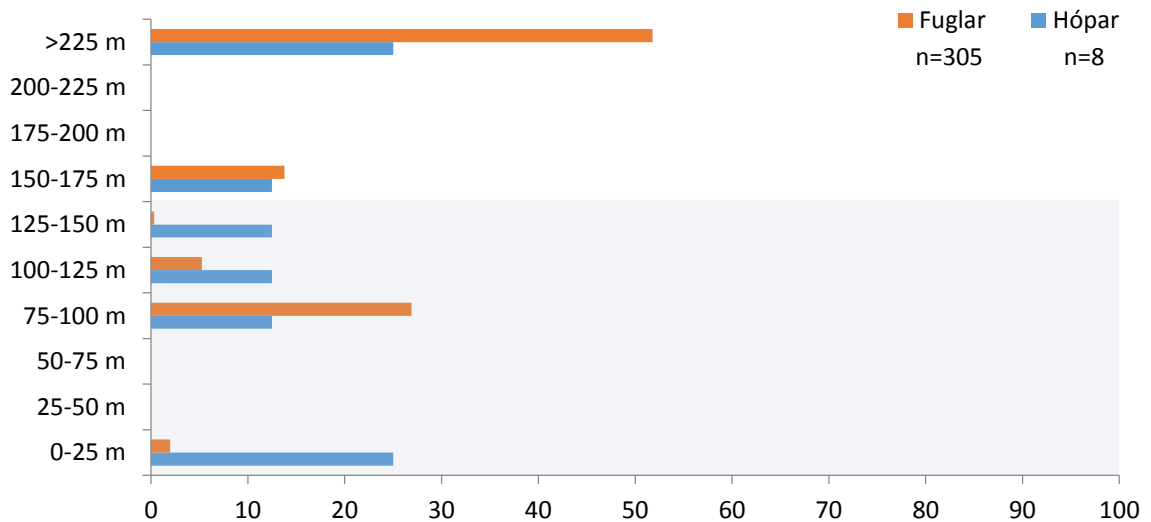


20. mynd. Farleiðir heiðagæsa um rannsóknarsvæðið haustið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

Samtals flugu 95,7% hópa (96,5% fugla) í vindmylluhæð (0-150 m hæð) um vorið (21. mynd). Að hausti flugu 62,5% hópa (34,4% fugla) í vindmylluhæð (22. mynd).



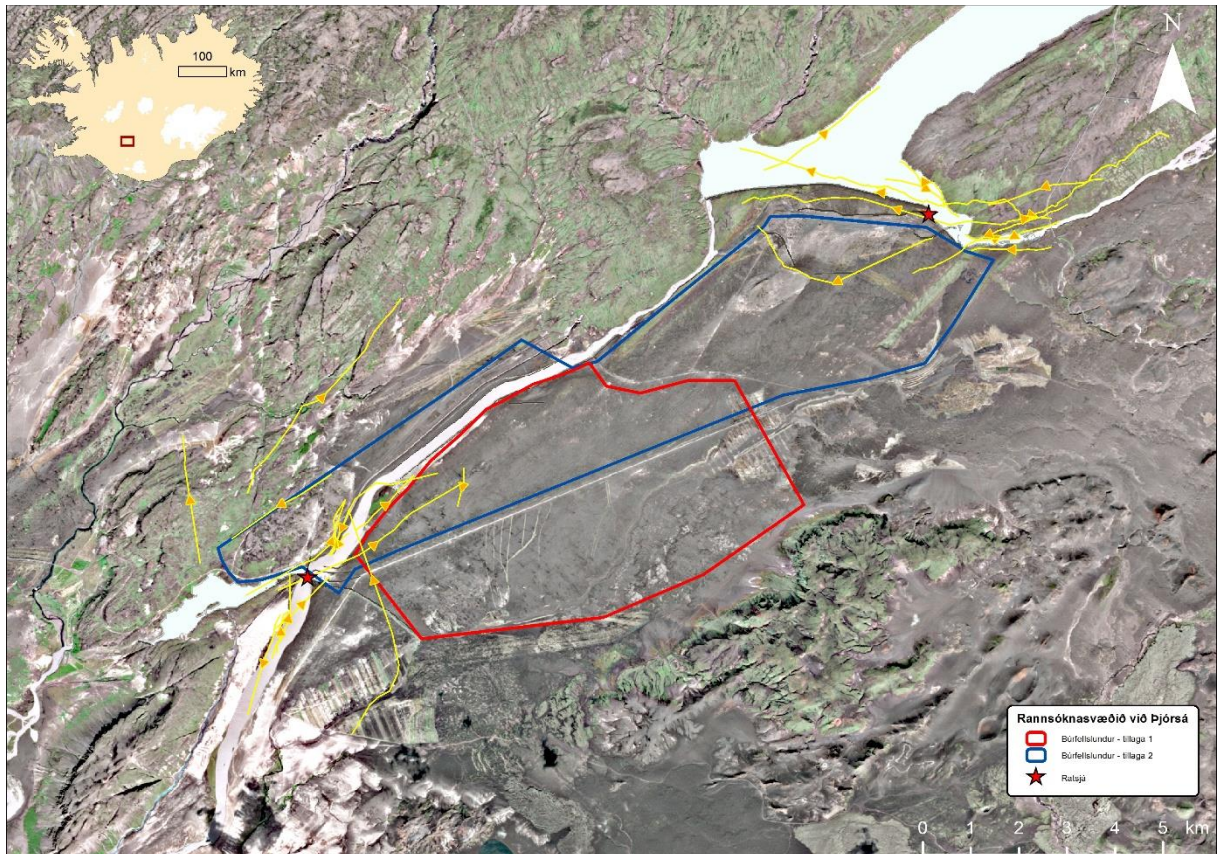
21. mynd. Flughæðir heiðagæsa að vori sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.



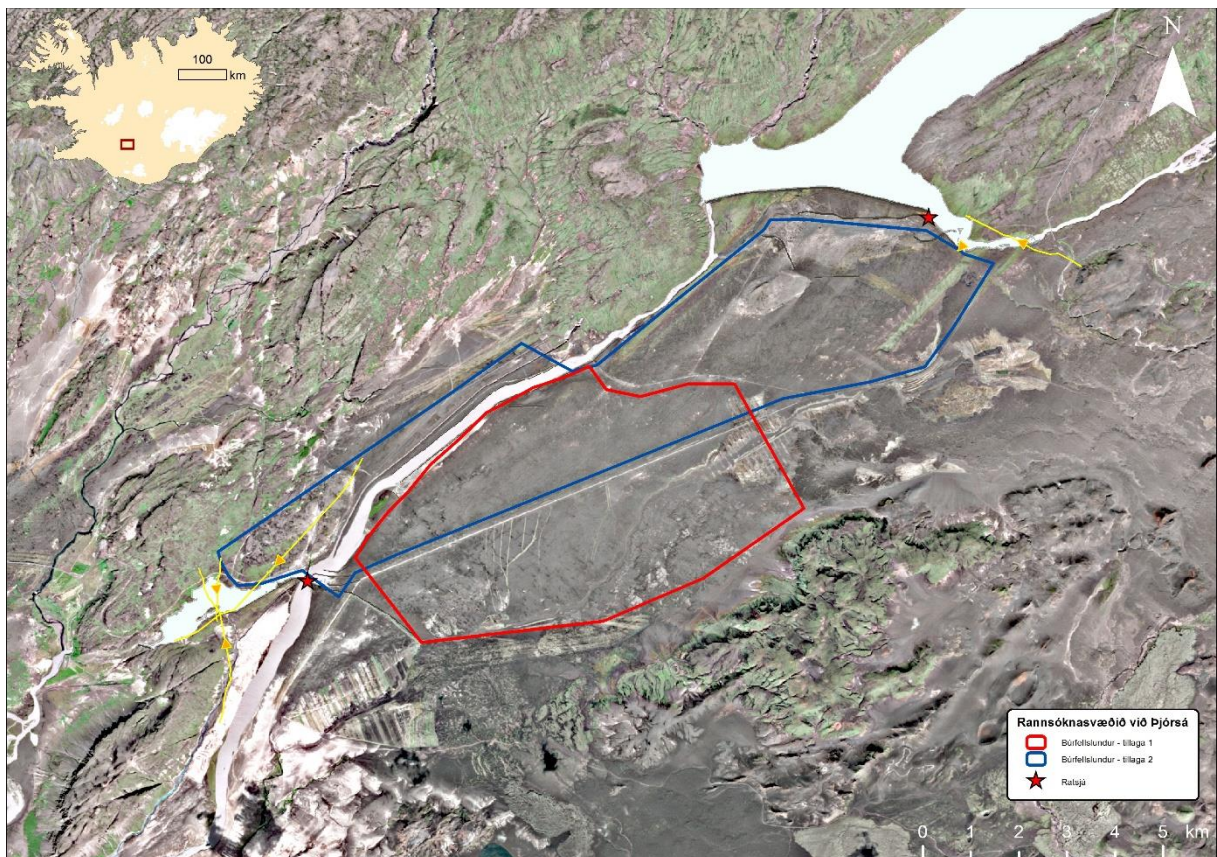
22. mynd. Flughæðir heiðagæsa að hausti sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.

Grágæs *Anser anser*

Fáar grágæsir flugu um rannsóknarsvæðið (23.-24. mynd). Að einhverju leyti var um hópa á fari að ræða en sömuleiðis ferðir fugla sem virtust halda til í grenndinni.

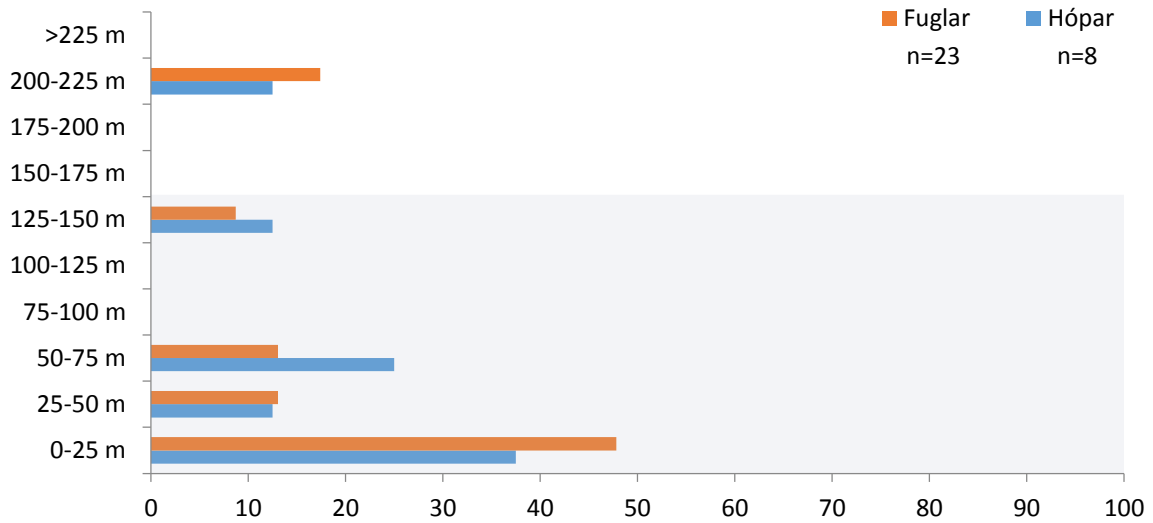


23. mynd. Farleiðir grágæsa um rannsóknarsvæðið vorið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.



24. mynd. Farleiðir grágæsa um rannsóknarsvæðið haustið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

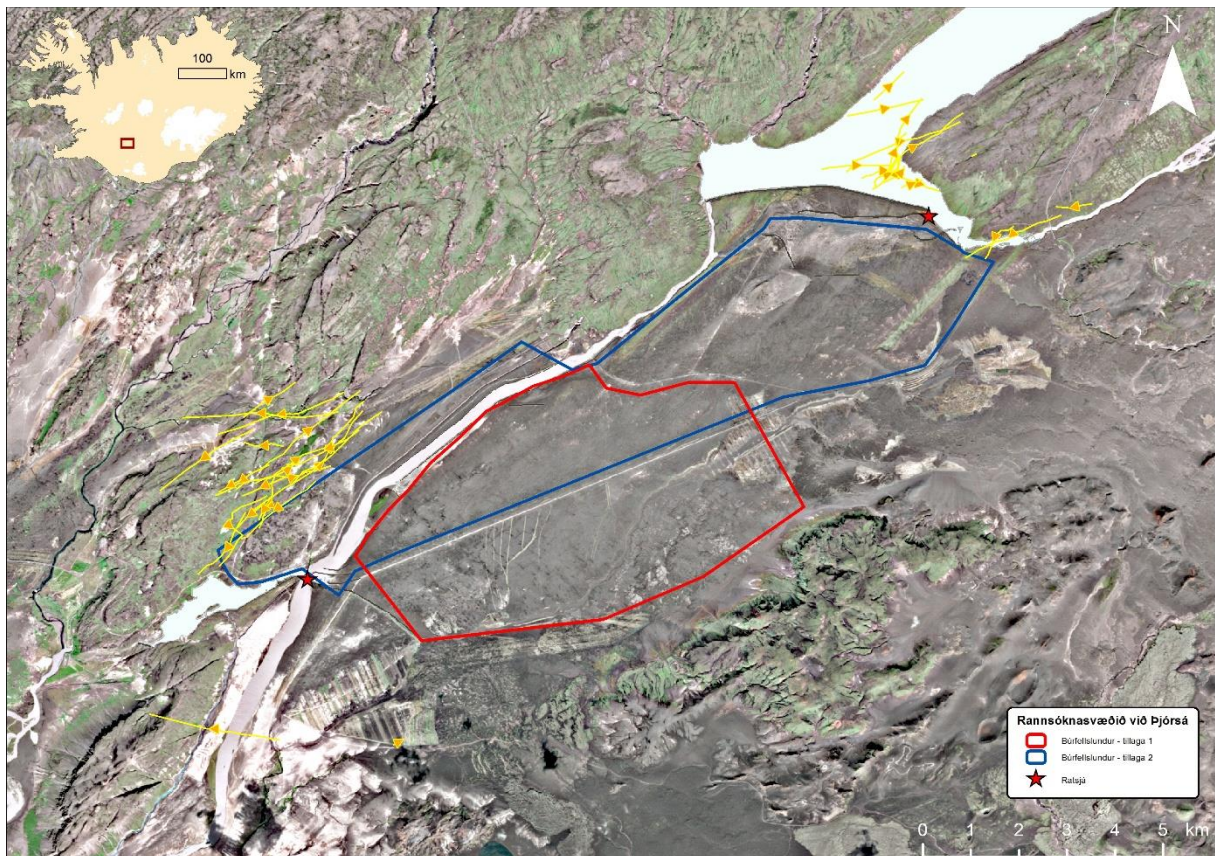
Samtals flugu 87,5% hópa (82,6% fugla) í vindmylluhæð (0-150 m hæð) um vorið, flestar undir 25 m hæð (37,5% hópa, 47,8% fugla) (25. mynd). Engar grágæsir voru hæðarmældar að hausti.



25. mynd. Flughæðir grágæsa að vori sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.

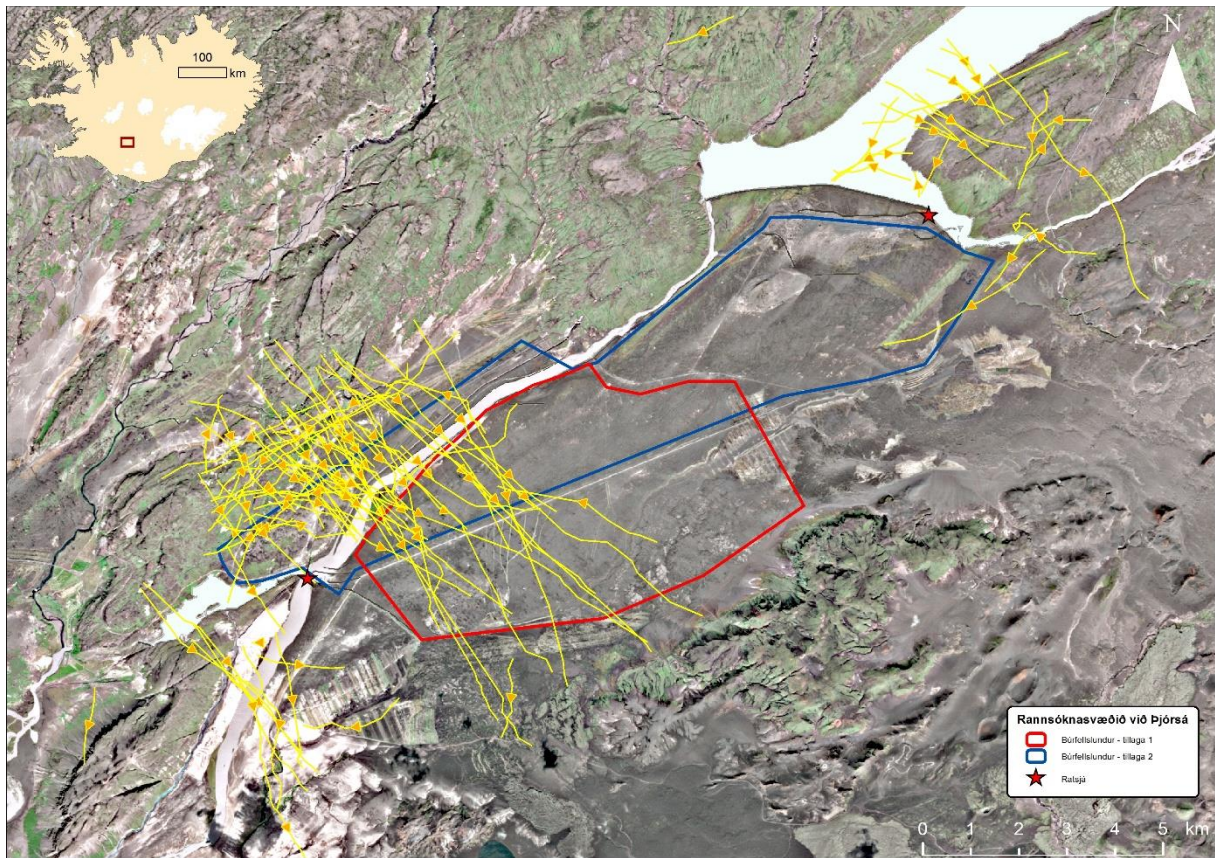
Heiðlóa *Pluvialis apricaria*

Heiðlóa var eini vaðfuglinn sem sýndi greinilegt far um svæðið vor og haust meðan athuganir fóru fram. Far að vori virtist liggja mest utan rannsóknarsvæðisins og fóru hópar í norðaustur-suðvestur stefnu (eða öfugt) með norður og vesturjaðri svæðisins (26. mynd).



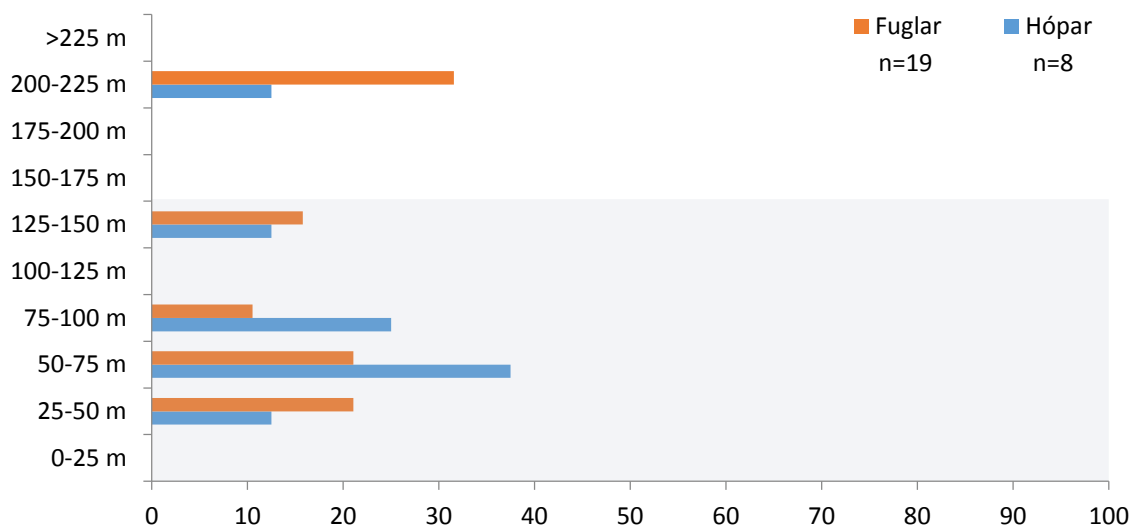
26. mynd. Farleiðir heiðlóa um rannsóknarsvæðið vorið 2014. Flugstefna hvernar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

Greinileg farstefna kom fram um haustið, sér í lagi er leið á tímabilið, þegar flestir hópar komu úr norðvestri og flugu suðaustur yfir svæðið (27. mynd).

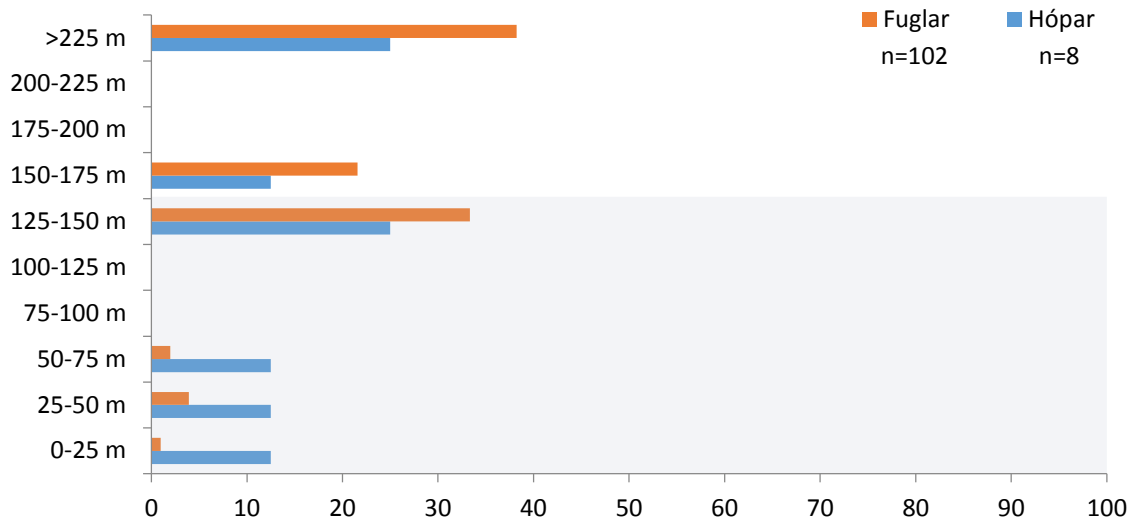


27. mynd. Farleiðir heiðlóa um rannsóknarsvæðið haustið 2014. Flugstefna hvarrar leiðar er táknuef með örnum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

Samtals flugu 87,5% hópa (68,4% fugla) í vindmylluhæð (0-150 m hæð) um vorið (28. mynd). Að hausti flugu 62,5% hópa (40,2% fugla) í vindmylluhæð (29. mynd).



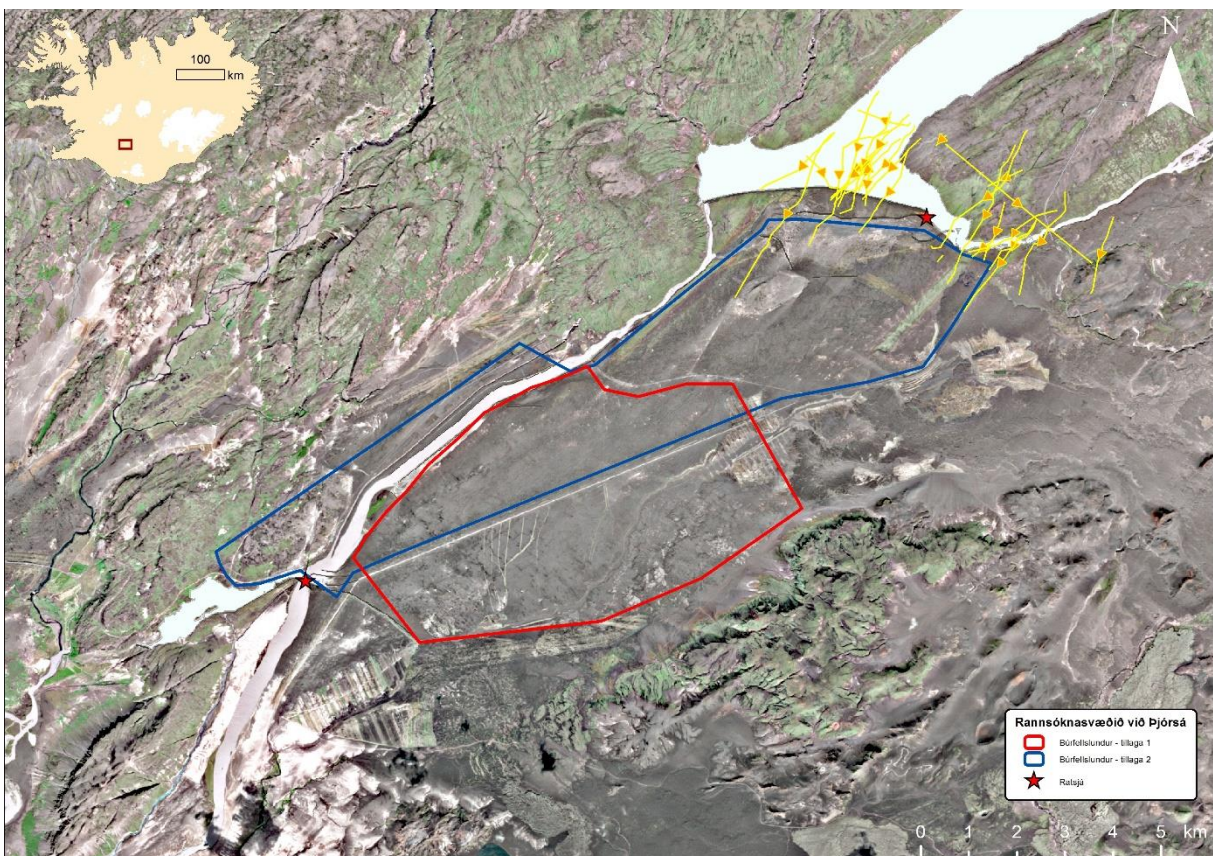
28. mynd. Flughæðir heiðlóa að vori sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.



29. mynd. Flughæðir heiðlóa að hausti sem hlutfall hópa (blátt) og fugla (rautt) eftir 10 hæðarbilum. Skyggðu hæðarbilin voru flokkuð sem áhættusvæði við mat á áflugshættu.

Snjótittlingur *Plectrophenax nivalis*

Þann 20. október 2014 varð vart við mikinn fjölda snjótittlinga á fari í nágrenni Sultartangastíflu. Þennan eina dag var 29 hópum (2.120 fuglum) fylgt eftir á ratsjá (30. mynd). Fleiri ferlar sáust þennan sama dag sem svipaði mjög til greindra snjótittlingaferla svo óhætt er að áætla að a.m.k. 2500 snjótittlingar hafi farið þarna um á einum degi.

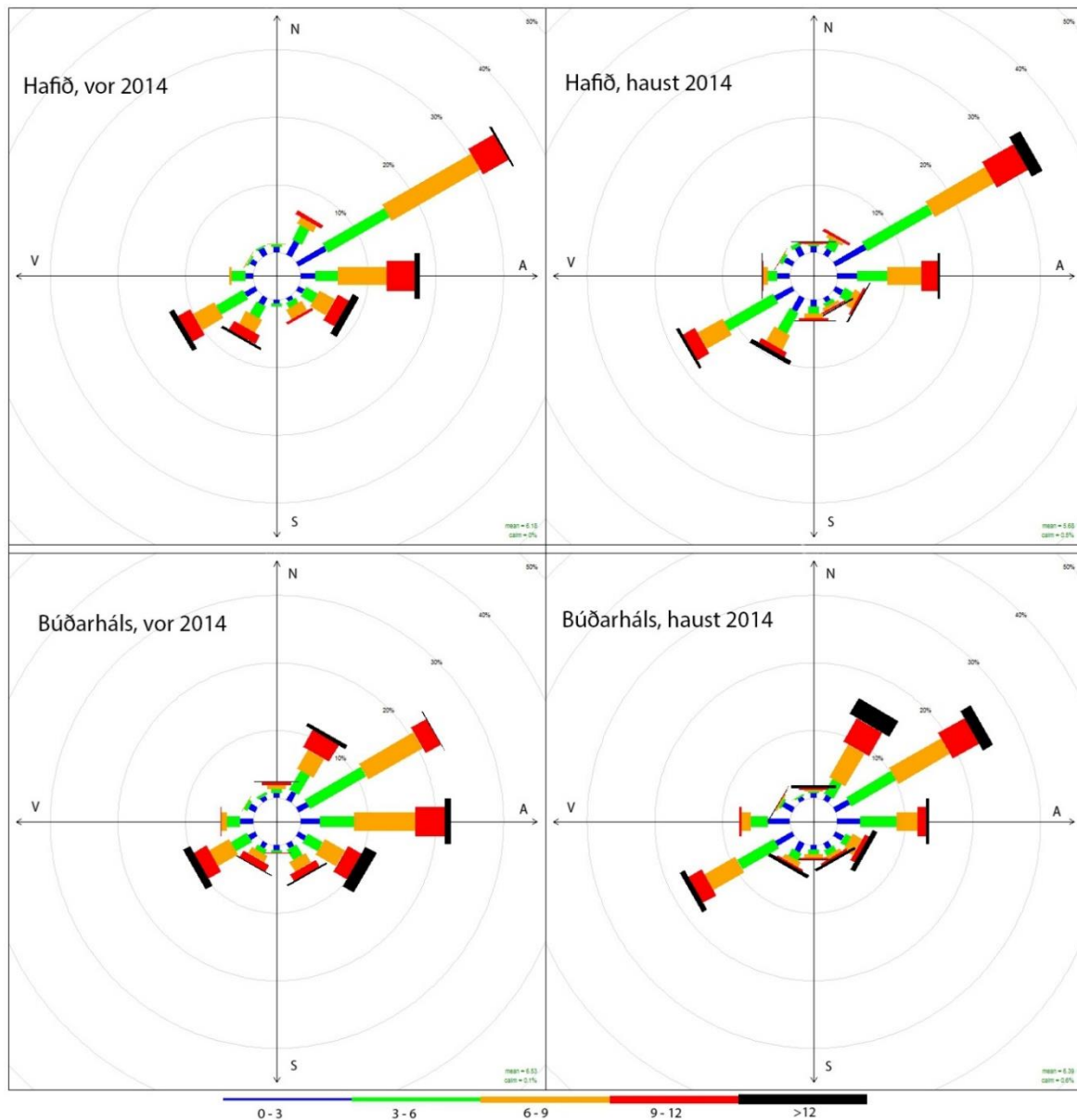


30. mynd. Farleiðir snjótittlinga um rannsóknarsvæðið 20. október 2014. Flugstefna hvorrar leiðar er táknuð með örvum, rauð lína afmarkar tillögu 1 og blá tillögu 2. Staðsetning ratsjár er merkt með rauðum stjörnum.

Ekki tókst að hæðarmæla neinn hóp en allir flugu þeir mjög lágt yfir landi, ætíð undir 150 m hæð. Allir hópar nema einn komu úr norðaustri og fóru til suðvesturs. Óvíst er hversu langt þeir fóru til suðvesturs þar sem ekki voru framkvæmdar athuganir við Ísakot þennan dag. Stærsti hópurinn taldi um 310 fugla og komu þeir úr norðri í yfir 500 m breiðri fylkingu.

Áhrif vinds

Niðurstöður veðurathugana frá veðurstöðvunum tveimur, á Hafinu og Búðarhálsi, sýna að austan og norðaustanáttir voru ríkjandi á svæðinu á athugunartímanum. Nokkuð var einnig um suðvestlægar áttir en norðan og norðvestlægar fundust vart. Á báðum stöðum var vinddreifing nokkuð svipuð milli tímabila en dreifingin var meiri á Búðarhálsi en á Hafinu þar sem vindur fór að langmestu leyti eftir norðaustur-suðvestur stefnu (31. mynd).



31. mynd. Vindrósir fyrir veðurstöðvar í nágrenni rannsóknarsvæðis á þeim tímabilum sem ratsjárathuganir fóru fram. Vindar eru flokkaðir í 12 vindáttir og tíðni þeirra táknuð með lengd. Vindstyrkur (m/s) er flokkaður í fimm bil, táknuð með mismunandi litum. Með vori er átt við mánuðina apríl og maí en með hausti september og október.

Út frá greiningu á beinum hæðarmælingum mismunandi tegunda er ljóst að vindhraði og stefna hafa áhrif á flughæð fugla. Gögnin voru hins vegar of takmörkuð til að hægt væri að nota þau við nákvæma greiningu á áflugshættu. Þau voru því ekki keyrð inn í reiknilíkan fyrir mat á áflugshættu. Ekki verður gerð frekari grein fyrir niðurstöðum tölfræðiútreikninga á áhrifum vinds á flughæð fugla en þess í stað vísað til Viðauka 3. Samband flughæðar og vindhraða má sjá í Viðauka 4.

Umræður

Varpfuglar

Þéttleiki mófugla á rannsóknarsvæðinu er mjög lágur og langt undir því sem gerist á vel grónum svæðum hérlendis, enda rannsóknarsvæði lítt gróið og nokkuð hátt í landi. Er það í meginatriðum í samræmi við niðurstöður rannsóknar sem gerð var á sama svæði árin 2011 og 2012 (Arnór Þórir Sigfússon 2014). Í þeirri rannsókn sáust hins vegar ekki tvær tegundir sem komu fram í rannsókninni nú. Stafar það líklega af færri talningapunktum og eins að þeir voru ekki jafndreifir um svæðið. Í rannsókn sem gerð var á þéttleika fugla á láglandi (<200 m.y.s.) í Árnes- og Rangárvallasýslum árin 2011 og 2012 mældist þéttleikinn hins vegar margfalt meiri, eða milli 250 og 630 fuglar/km², mismunandi eftir búsvæðum (Lilja Jóhannesdóttir 2013). Inni í þeirri tölu eru reyndar allir fuglar, ekki bara mófuglar sem voru þó í miklum meirihluta. Rannsóknin náði upp undir rannsóknarsvæði Búrfellslundar og var aðeins mælt á grónum svæðum. Á Norðausturlandi hafa mófuglar verið vaktaðir frá árinu 2010 og hefur þéttleiki þeirra verið á bilinu 100-150 fuglar/km² (Náttúrustofa Norðausturlands, óbirt gögn). Vöktunin nær til sömu tegunda og í þessari rannsókn en hins vegar er aðeins talið á grónum svæðum í 10-380 m hæð. Rannsóknarsvæði Búrfellslundar er jafnvel með lágan þéttleika í samanburði við hálendið. Á Sprengisandi, frá Búðarhálsi í suðri að Bárðardal í norðri voru 28 mófuglar/km² sumarið 2014 eða næstum helmingi hærri þéttleiki en á rannsóknarsvæði Búrfellslundar sama ár (Aðalsteinn Örn Snæþórsson o.fl. 2014). Þó Sprengisandur liggja herra yfir sjó stafar hærri heildarþéttleiki fugla þar að öllum líkindum af meiri gróðri syðst og nyrst á því rannsóknarsvæði sem vísað er til. Á þeim hluta Sprengisands sem er í yfir 500 m hæðarlínu og nær gróðursnauður er lítið lægri þéttleiki (10 fuglar/km²) en á rannsóknarsvæði Búrfellslundar, þó tegundasamsetning þar sé önnur (Aðalsteinn Örn Snæþórsson o.fl. 2014).

Rannsóknarsvæðið einkennist því af tegundafæð og lágum þéttleika varpfugla. Allar tegundirnar sem komu fram eru algengar á svæðis-, héraðs- og landsvísu. Rannsóknarsvæðið í heild telst því ekki mikilvægt búsvæði mófugla. Möguleg fælingaráhrif og búsvæðamissir í tengslum við uppbyggingu Búrfellslundar yrðu því mjög lítil á þá. Ef bornar eru saman tillögurnar tvær að staðsetningu Búrfellslundar, sést að þéttleiki mófugla er 2,5 falt meiri í tillögu 2. Samt sem áður er þéttleikinn innan tillögu 2 mjög lágur ef borið er saman við önnur svæði og það svæði ekki talið mikilvægt þeim tegundum sem þar búa.

Árekstrarhætta var ekki metin fyrir varpfugla. Almennt eru minni líkur á að varpfuglar lendi í áflugi en farfuglar þar sem þeir eru taldir þekkja umhverfi sitt betur og geti því frekar varað sig á hættum (sjá Haas ofl. 2005). Varpfuglum var því ekki fylgt eftir í ratsjá, þó þeir hafi oft sést, sérstaklega heiðlóur í söngflugi. Varpfuglum getur þó líka verið hættu búin, sérstaklega þeim sem stunda söngflug í vindmylluhæð. Af þeim tegundum sem taldar eru varpfuglar innan rannsóknarsvæðisins eru heiðlóa og spói taldar viðkvæmastar.

Þrjár tegundir á valista eru taldar verpa innan eða í næsta nágrenni við rannsóknarsvæðið, grágæs, fálki og hrafn. Grágæsarstofninn er mjög stór og hefur farið stækkandi síðustu ár (Mitchell 2014). Grágæsir fljúga lítið á varptíma og því í lítilli hættu á að lenda í árekstri við vindmyllur. Fálki og hrafn verpa ekki

innan rannsóknarsvæðisins en eiga varpóðul í næsta nágrenni. Þó tegundirnar verpi ekki innan rannsóknarsvæðisins er líklegt að þær leiti ætis að einhverju marki innan þess, sérstaklega hrafninn. Hann er hins vegar, ólíkt fálkanum, algengur varpfugl um allt land og ófriðaður. Fálkinn leitar sennilega frekar á fuglaríkari svæði eftir æti og aðalfæða hans, rjúpa, finnst ekki innan rannsóknarsvæðisins. Fálkastofninn er lítill og ránfuglum er almennt hættara við áflugi en öðrum tegundum fugla. Þar sem fálkinn er ekki talinn sækja mikið inn á rannsóknarsvæðið er talið ólíklegt að vindmyllur í Búrfellslundi muni verða honum að fjörtjóni.

Farfuglar

Áflugshætta

Niðurstöður útreikninga á áflugshættu benda til þess að hún sé almennt lítil í fyrirhuguðum Búrfellslundi og möguleg afföll farfugla því lítil vegna vindmyllanna. Áflugshættan er þó um helmingi meiri ef Búrfellslundur verður settur upp eftir tillögu 1 en tillögu 2. Hún er einnig meiri að haustin heldur en að vori, mest í september. Þá eru hópar mun stærri að hausti en vori, sem eykur enn á mun árekstrarhættu að vori og hausti. Hins vegar hafa afföll að vori að öllum líkindum meiri áhrif á stofna þar sem þá má gera ráð fyrir háu hlutfalli fullorðinna og kynþroska fugla á leið í varp. Margar tegundir parast auk þess á vetrarstöðvum og afföll annars makans að vori útilokar þátttöku hins í varpi það árið. Afföll að vori munu því líklega hafa áhrif á ungaframleiðslu það árið.

Almennt í umræðu um mat á áflugshættu er rétt að hafa í huga að afföll geta einnig orðið á fuglum þó ekki komi til beins árekstrar. Vindsveipir í kringum spaða vindmylla geta t.a.m. orðið svo sterkir að þeir lemstra fugla eða þeyta þeim til jarðar þar sem þeir laskast eða drepast (Pettersen 2005). Ekki var gert ráð fyrir þessum þætti í útreikningum á áflugshættu, enda tíðkast það ekki við sambærilegar rannsóknir.

Niðurstöður sem byggja á gögnum úr lóðréttum ratsjárathugunum byggja á miklu magni gagna um flughæð og umferðartíðni fuglahópa um rannsóknarsvæðið. Grundvöllur mats á áflugshættu út frá þessum gögnum er því traustur. Matið byggir á fjölda hópa en ekki var talið ráðlagt að reyna að yfirfæra niðurstöðurnar á fjölda fugla og tegundir, vegna þess hversu margir óvissuþættirnir eru við slíka umreikninga. Óhætt er þó að gera ráð fyrir því að fjöldi fugla verði eitthvað meiri en fjöldi hópa. Mjög ólíklegt er þó að allir fuglar í hverjum hópi fljúgi á vindmyllu og margföldunarstuðullinn er því líklega ekki hár.

Til að gefa einhverja hugmynd um fjölda einstaklinga af algengustu tegundunum voru gögn úr láréttum ratsjárathugunum sett inn í reiknilíkanið. Þó gæsir hafi verið settar saman í einn hóp til að auka gagnamagn að baki útreikningum er líklegt að þar hafi verið að mestu leyti um heiðagæsir að ræða. Hafa þarf í huga þegar gögn einstakra tegunda eru skoðuð að gagnanna var einungis aflað að degi til en dægurmunur á fari fuglategunda er vel þekktur (t.d. Alerstam 2009) og því ekki ólíklegt að einhverjar tegundir hafi verið á fari að næturlagi, sem ekki sáust að degi til. Þá eru mun minni gögn að baki þessum útreikningum en þar sem áflugshætta var metin miðað við fjölda hópa út frá lóðréttum ratsjárathugunum. Ber því að taka þessum niðurstöðum með meiri varkárni. Þó var reynt að haga reikningum þannig að niðurstaðan myndi frekar ofmeta en vanmeta afföllin t.d. með því að gera ráð fyrir að aðeins væri hægt að greina tegundir að 2 km fjarlægð.

Mat á áflugshættu við vindmyllur á Búrfellssvæðinu var áður framkvæmt árin 2011 og 2012 (Arnór Þórir Sigfússon 2014). Niðurstöður þess eru þó ekki samanburðarhæfar við þær niðurstöður sem hér eru kynntar, því þá var gert ráð fyrir mun færri vindmyllum og annarri uppsetningu. Sú rannsókn var einnig minni að umfangi og byggði mat á áflugshættu á minni gögnum.

Forsendur mats á áflugshættu

Við útreikninga á áflugshættu var almennt miðað við að niðurstaðan gæfi varfærið (e. *conservative*) mat, þ.e. frekar ofmat en vanmat á áflugstíðni. Miðað var við 7% og 12% halla á vindmylluspöðunum, líkt og algengast er í Danmörku, þó gera megi ráð fyrir að vindur sé meiri hérlandis en í Danmörku og halli spaða því meiri. Meiri halli spaða þýðir í raun minni áflugshættu.

Áflugshætta er mismikil eftir því hvernig vindmyllur snúa miðað við flugstefnu fuglanna. Mjög flókið er að taka inn í reiknilíkanið flugstefnur miðað við vindáttir og krefst það mikilla og góðra gagna sem ekki náðist að afla í þessari rannsókn. Hér var því gerð sú einföldun að miða við að fuglar fljúgi beint framan að vindmyllum en ekki undir horni eða frá hlið, þ.e. fljúgi aðeins undan eða upp í vind. Það er þó ekki talið hafa teljandi áhrif á niðurstöður. Með þessu er það svæði sem vindmylluspaðarnir þekja á farleið fuglanna hámarkað. Ljóst er að fuglar fljúga ekki eingöngu undan eða upp í vind og því veldur þetta einhverju ofmati á áflugshættu. Hins vegar sýnir vindrósin að algengustu vindáttirnar á svæðinu eru norðaustur og suðvestur, sem eru þær sömu og algengustu flugstefnur fugla að vori samkvæmt láréttu ratsjárathugununum. Á haustin lágu flestar farleiðir til suðurs eða suðausturs. Ofmatið í þessum þætti er því líklega meira að hausti en vori. Þó ber að hafa í huga að ratsjárathuganir fóru ekki fram í öllum vindáttum. Þar sem ekki er hægt að nota ratsjána í rigningu hallar á úrkomumestu áttirnar. Vindur var á engan hátt óvenjulegur á meðan rannsókninni stóð og er mikil samsvörun milli vindrósa athugunartímabilsins (31. mynd) og vindrósa fyrir svæðið á vindatlas Veðurstofu Íslands (vindatlas.vedur.is).

Í þessari rannsókn var miðað við að áhættusvæðið nái frá jörðu og upp í 150 metra hæð, þó spaðar vindmylla muni neðst ná niður í 27 m hæð. Ástæðan er sú að flughæðir sem fást úr lóðréttu ratsjárathugunum voru flokkaðar í 50 metra hæðarbil og spaðarnir ná því að einhverju marki inn í þrjú neðstu hæðarbilin. Gögn úr þessum þremur hæðarbilum voru því tekin inn í reiknilíkanið þó líklega valdi það einhverju ofmati á áhættu.

Þéttleikamat á hópum sem fljúga í gegnum lóðréttan radargeislann gerir ráð fyrir því að allir hópar sjáist innan 2 km geisla (radíus). Líklegt er þó að einhverjir hópar sem eru fjærst ratsjónni sjáist ekki, sérstaklega ef fuglarnir eru smáir. Á móti kemur að geisli ratsjárinnar breikkar eftir því sem fjær dregur og skannar því stærra svæði yst sem ætti að vega upp á móti þeim hópum sem ekki koma fram. Næst jörðu kemur fram truflun á skjá og því er líklegt að fuglar sem fljúga þar geti farið hjá án þess að koma fram á ratsjónni.

Farleiðir

Þó flugferlar greinist misvel á ratsjá eftir því hvar þeir liggja er ljóst að megin farleið fugla vorið 2014 lá rétt vestan við rannsóknarsvæðið. Flestir flugferlarnir liggja milli Skeljafells og Stangarfjalls og í norðaustur að Sandafelli. Fuglar sáust fara ýmist vestan eða austan við Sandafell en vegna truflunar frá landslagi var erfitt að greina þær leiðir á ratsjá. Þetta útskýrir hvers vegna hæðarmælingar voru ekki fleiri en raunin varð, því fuglar á þessari meginfarleið voru einfaldlega of fjarri til að þær væru mögulegar frá athugunarstöðunum.

Megin farleiðir að vori virtust liggja að mestu utan beggja tillagna að legu Búrfellslundar. Tiltölulega fáir ferlar lágu í gegnum svæðið sem tillaga 1 nær til en hafa ber í huga að þar var meiri truflun af landslagi. Umferð um það gæti því verið meiri en skráðir ferlar gefa vísbendingar um. Tillaga 2 virðist einnig að mestu vera nokkuð heppileg miðað við helstu farleiðir að vori um svæðið. Þó er talsverð umferð fugla um þann hluta svæðisins sem er vestan og norðan Þjórsár. Einnig má gera ráð fyrir nokkurri umferð næst Sultartangastíflu.

Farleiðir að hausti virðast liggja dreifðar og víðar í gegnum tillögur að Búrfellslundi en að vori. Þó ber að nefna að flughæð var almennt meiri að hausti og ekki eins fylgjandi ríkjandi vindátt á svæðinu. Það merkir að fuglar að hausti eru líklegri til að vera ofan hættusvæðis auk þess sem flugstefna þeirra er hagstæð miðað við líklega stöðu vindmyllanna m.t.t. ríkjandi vindstefnu.

Eins og komið hefur fram voru allar farleiðir skráðar að degi til þegar úrkomulaust var. Því er ekki víst að þær endurspegli allar farleiðir fugla um svæðið.

Athygliverðar uppgötvanir

Við ratsjárathuganirnar voru gerðar athygliverðar nokkrar uppgötvanir. Í fyrsta lagi ber að nefna snjótittlingafar. Snjótittlingar fara um í hópum á vetrum og virðist einhver tilfærsla milli landshluta eiga sér stað. Að minnsta kosti eru kynjahlutföll breytileg eftir landsvæðum á veturna á þann hátt að á Norðurlandi er mikill meirihluti karlfugla en hlutfall þeirra lækkar eftir því sem sunnar dregur. Þá er ljóst að einhverjir snjótittlingar, fyrst og fremst kvenfuglar, fara til Bretlandseyja að vetri (Ævar Petersen 1998). Farleiðir þeirra eru hins vegar ekki þekktar né fartími. Við ratsjárathuganir á Sultartangastíflu þann 20. október 2014 sáust um 2500 snjótittlingar í mörgum hópum fljúga frá norðri til suðurs. Fuglarnir flugu allir lágt yfir landi og voru sumir hóparnir mjög stórir. Mest var um þetta far fyrir hádegi. Þennan dag komu líka margir ógreindir ferlar fram á ratsjá sem höfðu svipaða lögun og hegðun og ferlar snjótittlinganna. Það er því ljóst að mun meira af snjótittlingum hefur verið á ferli þennan dag. Daginn eftir sáust hins vegar innan við 100 snjótittlingar. Ekki er vitað til að snjótittlingafar með þessum hætti hafi áður verið skráð á Íslandi. Ólíklegt er talið að vindlundur myndi hafa áhrif á snjótittlingana en þeir flugu allir undir vindmylluhæð.

Þann 13. maí 2014 sáust nokkrir hópar rauðbrystinga fljúga í gegnum svæðið frá austri til vesturs. Rauðbrystingar eru umferðafuglar á Íslandi og sjást hér í fjörum. Þeir hafa þó sést inn til landsins en eindregið far yfir landið ekki verið skráð áður. Þá sáust bæði ískjóar og fjallkjóar á fartíma en þetta eru hánorrænir fuglar sem fara um íslenskt hafsvæði vor og haust. Þeir sjást stundum stytta sér leið yfir landið þó það sé sjaldgæft.

Heildarniðurstaða

Varpfuglar

Þrjár válistategundir eru taldar verpa innan eða í næsta nágrenni rannsóknarsvæðisins, grágæs, fálki og hrafn. Engin þeirra er talin verða fyrir teljanlegum skakkaföllum vegna fyrirhugaðra vindmylla í Búrfellslundi og er enginn munur talinn vera á því milli valkosta. Þéttleiki mófugla innan rannsóknarsvæðisins er mjög lágur og tegundir sem fundust allar algengar og stofnar þeirra stórir, hvort sem miðað er við á héraðs- eða landsvísu. Möguleg fælingaráhrif og búsvæðamissir varpfugla vegna vindmylla yrðu því líklega mjög lítil. Áflug varpfugla mun að öllum líkindum eiga sér stað í einhverjum mæli, sérstaklega hjá tegundum eins og heiðlóu sem stunda söngflug í vindmylluhæð. Vegna lágs þéttleika varpfugla er þó ekki er talið að þessi áflug verði tíð, sama hvor tillagan að Búrfellslundi verður fyrir valinu. Rétt er samt að hafa í huga að þéttleiki mófugla er mun meiri innan tillögu 2 en tillögu 1 og áhrifa vindlundarins á varpfugla mun því líkleglega gæta í meira mæli þar. Á heildina litið er ekki talið að Búrfellslundur muni hafa teljandi neikvæð áhrif á stofna varpfugla á héraðs- eða landsvísu.

Farfuglar

Niðurstöðurnar benda til lágrar áflugstíðni farfugla við vindmyllur í fyrirhuguðum Búrfellslundi, hvort sem miðað er við tillögu 1 eða 2. Meginfarleið heiðagæsa um svæðið að vori virðist hins vegar fremur liggja nærri og um svæði sem tilheyra tillögu 2. Er tillaga 1 því talin skárri kostur m.t.t. farfugla.

Samkvæmt niðurstöðum tegundagreininga er yfirgnæfandi meirihluti farfugla heiðagæsir. Einnig fara heiðlour, grágæsir og álftir mikið um svæðið. Eru þessar tegundir því taldar í mestri hættu. Stofnar heiðagæsar og grágæsar eru gríðarstórir og hafa farið stækkandi síðustu ár (Mitchell 2014) þrátt fyrir að tugir þúsunda gæsa séu skotnar ár hvert (www.ust.is). Stofnar heiðlóu og álftar eru einnig stórir og báðar tegundir algengar um allt land (BirdLife International 2004). Ólíklegt er að Búrfellslundur muni hafa nokkur áhrif á þessa stofna á héraðs- eða landsvísu. Gera má þó ráð fyrir að einhverjir fuglar munu falla árlega líkt og niðurstöður reiknilíkans gefa til kynna.

Þakkir

Starfsfólki Landsvirkjunar eru færðar bestu þakkir fyrir ýmsa aðstoð og hjálpsemi við framkvæmd rannsóknarinnar. Sérstakar þakkir fá matráðskonur í Búrfellsstöð fyrir kjarnmikið, ríkulegt og gott fæði á meðan gagnasöfnun stóð. Einnig viljum við þakka Herði Vilbergi Harðarsyni starfsmanni Brimrúnar ehf. ýmsa tæknilega aðstoð við uppsetningu ratsjár. Sveini Kára Valdimarssyni og Sesselju Guðrúnu Sigurðardóttur eru færðar þakkir fyrir yfirlestur á handriti.

Heimildir

- Aðalsteinn Örn Snæþórsson, Yann Kolbeinsson, Sigbrúður Stella Jóhannsdóttir og Þorkell Lindberg Þórarinsson 2014. *Fuglalíf á áhrifasvæði Sprengisandslínu og Sprengisandsleiðar*. Náttúrustofa Norðausturlands, NNA-1405.
- Akaike, H 1974. *New look at statistical-model identification*. IEEE Transaction on Automatic Control 19(6); 716-723
- Alerstam, T., M. Rosén, J. Bäckman, P. G. P. Ericson & O. Hellgren 2007. *Flight speed among bird species: Allometric and phylogenetic effects*. PLoS Biol 5(8): 1656-1662.
- Alserstam, T. 2009. *Flight by night or day? Optimal daily timing of bird migration*. J Theor Biol. 21;258(4):530-6
- Arnór Þórir Sigfússon 2014. *Fuglar og vindmyllur við Búrfell*. Landsvirkjun, LV-2014-031.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill og S. Mustoe 2000. *Bird Census Techniques*. London Academic Press.
- BirdLife International 2004. *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK: BirdLife International. (BirdLife Conservation Series No. 12).
- Brown, J.M., Linton, E. & Rees, E.C. 1992. *Causes of mortality among wild swans in Britain*. Wildfowl.43: 70-79.
- Brynja Davíðsdóttir 2010. *Þróun aðferða við vöktun algengra mófugla*. BS-ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie 2013. *Standard Investigations of the Impact of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK4)*. – BSH publication. 86 pp.
- Christensen, T.K., Petersen, I.K. and Fox, A.D. 2006. *Effects on birds of the Horns Rev 2 offshore wind farm: Environmental Impact Assessment*. – NERI Report. Commissioned by Energy E2. 79 pp.
- Dahl, E.L., Bevanger, K., Nygård, T., Røskoft, E. & Stokke, B.G. 2012. *Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement*. Biological Conservation, 145: 1201-1209.
- Danish Energy Agency 2013. *Guidance document on Environmental Impact Assessment Danish Offshore Wind Farms*. – Report from Danish Energy Agency. 117 pp.
- Desholm, M., & Kahlert, J. 2005. *Avian collision risk at an offshore wind farm*. Royal Society Biol. Lett. 1: 296-298.
- Drewitt, A.L. & Langston, R.H.W. 2006. *Assessing the impacts of wind farms on birds*. Ibis, 148, 29-42.
- Drewitt, A.L. & Langston, R.H.W. 2008. *Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds*. Annals of the New York Academy of Sciences, 1134: 233-266.
- Erling Ólafsson, Borgþór Magnússon, Guðmundur Guðjónsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Sigurður H. Magnússon og Starri Heiðmarsson 2009. *Vistgerðir á miðhálandi Íslands*. Þjórsárver. NÍ-09019
- Gill, J. A., Norris, K. & Sutherland, W. J. 2001. *Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance*. Biological Conservation, 97: 265-268.
- Govw, B., Langston, R.H.W., McCluskie, A., Pullan, J.D., & Scrase, I. 2013. *Wind farms and birds: An updated analysis of the effects of wind farms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment*. Report T-PVS/Inf (2013) 15, by BirdLife International to the Council of Europe, Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. RSPB/BirdLife in the UK.
- Haas, D., M. Nipkow, G. Fiedler, R. Schneider, W. Haas & B. Schürenberg. *Protecting birds from powerlines*. Council of Europe Publishing. Nature and environment, No. 140. 44 pp.
- Hönnun 2001. *Búðarhálsvirkjun allt að 120 MW og 22 kV Búðarhálslína 1*. Matsskýrsla.
- Jóhann Óli Hilmarsson 2001. *Fuglalíf á áhrifasvæði Búðarhálsvirkjunar*. Skýrsla unnin fyrir Hönnun h.f., verkfræðistofu.

- Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996. *Fuglalíf við Sultartanga*. Skýrsla unnin fyrir Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hf. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1999. *Fuglalíf í lónstæði Norðlingaöldumiðlunar neðan 578 og 579 m.y.s.* Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. NÍ-99013.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Skarphéðinn Þórisson 1993. *Fuglalíf*. Í Samanburður á umhverfisáhrifum nokkurra tilhagana á stórvirkjun á Austurlandi (Austurlandsvirkjun), bls. 61–87. Reykjavík: Samstarfsnefnd iðnaðarráðuneytis og Náttúruverndarráðs um orkumál (SINO).
- Krüger, T & S. Garthe 2001. *Flight altitudes of coastal bird in relations to wind direction and speed*. Atlantic Seabirds 3(4): 203-216.
- Landsvirkjun 2014. *Búrfellslundur – Vindmyllur á Rangárþingi ytra og Skeiða- og Gnúpverjahreppi – Tillaga að matsáætlun*. Landsvirkjun, LV-2014-072.
- Landsvirkjun 2015. Wiski gagnagrunnur, 23.01.2015 – M00328.
- Langston, R.H.W. & Pullan, J.D. 2003 Windfarms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report T-PVS/Inf (2003) 12, by BirdLife International to the Council of Europe, Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. RSPB/BirdLife in the UK.
- Liechti, F. & B. Bruderer 1998. *The relevance of wind for optimal migration theory*. Journal of Avian Biology 29(4): 561-568.
- Lilja Guðmundsdóttir 2013. *Comparing biodiversity of birds in different habitats in South Iceland*. MS-thesis. Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Masden, E. A., Haydon, D. T., Fox, A. D. & Furness, R. W. 2010. *Barriers to movement: Modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds*. Marine Pollution Bulletin, 60: 1085-1091.
- Mitchell, C. 2014. *Status and distribution of Icelandic-breeding geese: results of the 2013 international census*. Wildfowl & Wetlands Trust Report, Slimbridge.
- Moorehead, M. & Epstein, L. (1985) *Regulation of small scale energy facilities in Oregon: background report. Volume 2*. Oregon Department of Energy, Salem, USA.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2000. *Válisti 2, fuglar*. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Ólafur Einarsson, Hörður Kristinsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Jón Gunnar Ottósson 2002. *Verndun tegunda og svæða: tillögur Náttúrufræðistofnunar Íslands vegna Náttúruverndaráætlunar*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-02016.
- Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L. H., Langston, R. H. W., Bainbridge, I. P. & Bullman, R. 2009. *The distribution of breeding birds around upland wind farms*. Journal of Applied Ecology, 46: 1323-1331.
- Pendlebury, C. 2006. *An appraisal of "A review of goose collisions at operating wind farms and estimation of the goose avoidance rate" by Fernley, J., Lowther, S. and Whitfield, P.* BTO Research Report No. 455. British Trust for Ornithology, Stirling.
- Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M. and Fox, A.D. 2006a. *Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark*. - Report request. Commissioned by DONG Energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute. 166 pp.
- Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M., Fox, A.D. 2006b. *Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark*. – NERI report, commissioned by DONG Energy. 166 pp.
- Petersen, I.K. and Fox, A.D. 2007. *Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter*. – NERI Report. Commissioned by Vattenfall A/S. 36 pp.

- Petersen, I.K., Fox, A.D. and Kahlert, J. 2008. *Waterbird distribution in and around the Nysted offshore wind farm, 2007* – Report commissioned by DONG Energy. National Environmental Research Inst, Aarhus University. 42 pp.
- Petersen, I.K., MacKenzie, M.L., Rexstad, E., Wisz, M.S. and Fox, A.D. 2011. *Comparing pre- and post-construction distributions of long-tailed ducks *Clangula hyemalis* in and around the Nysted offshore wind farm, Denmark: a quasi-designed experiment accounting for imperfect detection, local surface features and autocorrelation*. St. Andrews Technical Report 2011-1.
- Pettersson, J. 2005. *The Impact of Offshore Wind Farms on Bird Life in Southern Sound, Sweden. A final report based on studies 1999-2003*. Report for the Swedish Energy Agency. Lund, Sweden: Lund University.
- Scottish Natural Heritage 2005. *Methods to assess the impacts of proposed onshore wind farms on bird communities*. S.N.H., Edinburgh. www.snh.org.uk/pdfs/strategy/renewable/bird_survey.pdf
- Therkildsen, O.R., Elmeros, M., Kahlert, J. & Desholm, M. (eds.) 2012. *Baseline investigations of bats and birds at wind turbine test centre Østerild*. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 128 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy. No. 28. <http://www.dmu.dk/Pub/SR28.pdf>
- Thomas, L., J.L. Laake, E. Rexstad, S. Strindberg, F.F.C. Marques, S.T. Buckland, D.L. Borchers, D.R. Andersson, K.P. Burnham, M.L. Burt, S.L. Hedley, J.H. Pollard, J.R.B. Bishop og T.A. Marques 2009. *Distance 6.0. Release 2*. Research Unit for Wildlife Population Assessment. University of St. Andrews, UK.
- Ævar Petersen 1998. *Íslenskir fuglar*. Vaka-Helgafell.
- Örn Óskarsson 2000. *Veiðivötn – Konungsríki himbrimans*. Bliki 20: 37-59.

Viðauki 1 – Fuglalisti

Álft *Cygnus cygnus*

Fljúga mikið um svæðið bæði vor og haust. Sáust oft sitjandi á ánni við Ísakot og eins sáust geldfuglar á Sultartanga, neðan stíflunnar. Álftin er ekki talinn varpfugl innan rannsóknarsvæðisins en þekktir varpstaðir í nágrenni eru í Þóristungum (Jóhann Óli Hilmarsson 2001) og við Sultartangalón (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Álft er ekki skráð á valista.

Heiðagæs *Anser branchyrhynchus*

Algeng bæði vor og haust þegar fuglar fljúga til og frá varpstöðvum á hálendinu. Um vorið sáust hópar fugla á Sultartanga, neðan stíflunnar en ekkert benti til varps og sáust engir varplegir fuglar við athuganir árið 2014. Vitað er þó um varp heiðagæsa í næsta nágrenni s.s. í hólum og klettum við Tungnaá (Jóhann Óli Hilmarsson 2001). Einnig er talið líklegt að heiðagæsir verpi í grónum hlíðum við Sultartangalón og þar fella þær flugfjaðrir í einhverjum mæli en 347 geldfuglar sáust þar 12. júlí 1992 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Heiðagæs er ekki skráð á valista en Íslendingar bera hins vegar mikla ábyrgð á henni vegna þess hve stór hluti Evrópustofnsins verpir á Íslandi (Ólafur Einarsson o.fl. 2002).

Grágæs *Anser anser*

Sáust á flugi bæði að vori og hausti en í miklu minna mæli en heiðagæsirnar. Mikið varp var í Klofaey áður en hún varð landföst vegna virkjunarframkvæmda um 1970. Þá sáust a.m.k. 10 þör með unga neðan Sultartangastíflu sumarið 1996 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Við athuganir árið 2014 fannst ekkert sem benti til varps grágæsar innan rannsóknarsvæðis. Grágæs er skráð á valista sem tegund í yfirvofandi hættu vegna fækkunar (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Helsingi *Branta leucopsis*

Stakur fugl sást um vorið (2. maí) við Ísakot og 5 fugla hópur sást um haustið (17. sept.) frá Sultartangastíflu. Helsingi er mjög sjaldgæfur varpfugl á Íslandi en fer um landið vor og haust á leið sinni milli varpstöðva á Grænlandi og vetrarstöðva á Bretlandseyjum. Á vorin sést hann fyrst og fremst í Húnavatnssýslum og Skagafirði en á haustin í Skaftafellssýslum (Ævar Petersen 1998). Ekki er vitað um farleiðir þessarar tegundar yfir landið. Helsingi er skráður á valista sem tegund í hættu vegna lítils varpstofns (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Rauðhöfðaönd *Anas penelope*

Stök þör sáust um vorið við Ísakot en um haustið komu þar við litlir hópar. Ekki talinn varpfugl á svæðinu en fer líklega um svæðið í einhverjum mæli vor og haust. Rauðhöfðaönd er ekki á valista.

Gargönd *Anas strepera*

Einn steggur sást við Ísakot 25. apríl. Sennilega er um að ræða flækning á svæðinu en gargendur eru sjaldgæfir og staðbundnir varpfuglar á Íslandi og þekktir varpstaðir ekki í næsta nágrenni (Ævar Petersen 1998). Gargönd er skráð á valista sem tegund í yfirvofandi hættu vegna lítils stofns (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Urtönd *Anas crecca*

Par sást um vorið, neðan Sultartangastíflu en vitað er til að tegundin hafi orpið þar (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Um haustið sáust svo 5 urtendur á því svæði en tegundin sást aldrei við Ísakot. Sennilega sjaldgæfur varpfugl og e.t.v. bundin við Sultartanga. Urtönd er ekki á valista.

Stökkönd *Anas platyrhynchos*

Þör sáust ítrekað við Ísakot um vorið. Líklega varpfugl þar í nágrenninu. Sáust líka neðan Sultartangastíflu um vorið og gæti verið varpfugl þar líka. Aldrei sáust hópar stökkanda. Talinn sjaldgæfur varpfugl á svæðinu. Stökkönd er ekki á valista.

Skúfönd *Aythya fuligula*

Par sást um vorið við Sultartangastíflu en aldrei við Ísakot. Hópur skúfanda sást á Bjarnalóni 13. júlí 1996, 13 steggir og 1 kolla (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Líklega ekki varpfugl á svæðinu. Skúfönd er ekki á valista.

Duggönd Aythya marila

Par og steggur sáust um vorið á Sultartangalóni og svo 4 steggir um haustið. Sumarið 1996 sáust 45 duggandarsteggir á Bjarnalóni og par á Sultartanga. Hugsanlegur varpfugl á svæðinu eða í næsta nágrenni. Duggönd er ekki á valista.

Straumönd Histrionicus histrionicus

Fáir fuglar sáust um vorið við Ísakot. Sennilega fuglar á leið á varpstöðvar ofar. Um haustið sáust svo 3 kvenfuglar/ungfuglar á Sultartangalóni. Þær hafa líka sést við botnrásina undir Sandafelli (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996) og voru taldir líklegir varpfuglar á Tungnaá, neðan Sporðöldulóns (Jóhann Óli Hilmarsson 2001). Ólíklegt að þær verpi innan rannsóknarsvæðisins. Straumönd er skráð sem tegund í nokkurri hættu á valista þar sem Ísland er eina varpland tegundarinnar í Evrópu (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Hávella Clangula hyemalis

Fáeinir fuglar sáust um vorið bæði við Ísakot og á Sultartangalóni. Mögulegur varpfugl á rannsóknarsvæðinu eða næsta nágrenni. Hávella sást bæði á Bjarnalóni og á Sultartanga sumarið 1996 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Hún er ekki á valista.

Hrafnsönd Melanitta nigra

Einn ungfugl sást um haustið við Ísakot. Tegundin er sjaldgæf og staðbundin hérlendis og bundin við Norðurland (Ævar Petersen 1996). Líklega hefur hér verið um flækning að ræða. Hrafnsönd er skráð á valista sem tegund í yfirvofandi hættu vegna lítils stofns (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Gulönd Mergus merganser

Par/pör sáust mjög reglulega um vorið við Ísakot og oft líka á Sultartangalóni. Sást mun minna um haustið. Líklega er hér um umferðarfugla að ræða og ólíklegt að um varpfugla sé að ræða. Gulönd er á valista sem tegund í yfirvofandi hættu vegna lítils stofns (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Rjúpa Lagopus muta

Sást ekki innan rannsóknarsvæðisins en er líkleg til að sjást reglulega á svæðinu þó varp sé ólíklegt innan rannsóknarsvæðisins. Rjúpa er ekki á valista.

Lómur Gavia stellata

Um vorið sáust 1-3 fuglar reglulega frá Ísakoti og voru þá oftast niðri á Bjarnalóni en stundum fyrir ofan Ísakot. Par sást einu sinni um vorið á Sultartangalóni. Líklega ekki varpfugl á svæðinu. Lómur er ekki á valista

Himbrimi Gavia immer

Sást tvisvar um vorið frá Ísakoti. Annars vegar fugl á flugi mjög hátt uppi þann 25. apríl og hins vegar stakur fugl á Bjarnalóni þann 13. maí. Ekki talinn varpfugl. Himbrimi er á valista sem tegund í yfirvofandi hættu vegna lítils stofns (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Fýll Fulmarus glacialis

Nokkrir fuglar sáust á flugi við Búrfell snemma um vorið og eru líklega varpfuglar þar. Þeir sáust aldrei innan rannsóknarsvæðisins og engar líkur á að það hafi nokkra þýðingu fyrir tegundina. Fýll er ekki á valista en er talin ábyrgðartegund vegna þess hve stór hluti Evrópustofnsins er á Íslandi (Ólafur Einarsson 2002).

Dílaskarfur Phalacrocorax carbo

Sást á Sultatangalóni um vorið og aftur ítrekað um haustið en ávalt stakur fugl. Dílaskarfur eru sjófuglar en geldfuglar leita stundum upp eftir ám og á ferskvatn og sennilega var um einn slíkan að ræða. Dílaskarfur er ekki á valista.

Haförn Haliaeetus albicilla

Ungur fugl sást koma í æti sem borið hafði verið út fyrir refi sunnan við Ísakot þann 27. mars. Sást aldrei aftur eftir það. Rannsóknarsvæðið er ekki talið hafa nokkra þýðingu fyrir þessa tegund. Haförn er skráður á valista sem tegund í hættu vegna lítils stofns (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Smyrill Falco columbarius

Sást á báðum ratsjárstöðum, vor og haust, oftar þó við Sultartangastíflu. Ávalt stakir fuglar nema 16. september þegar 4 fuglar sáust frá Ísakoti. Smyrillinn verpir í klettum og því ólíklegur varpfugl innan fyrirhugaðra vindlunda en líklegt er að hann verpi í klettum einhvers staðar í nágrenninu. Talið líklegt að hann hafi verpt í gilinu austan við Sandfell í kring um 1970 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Smyrill er ekki á valista.

Fálki *Falco rusticolus*

Sást einu sinni frá hvorum ratsjárstað, í bæði skiptin að hausti. Þekktir varpstaðir eru í nágrenni rannsóknarsvæðisins en ekki innan þess. Fálki er á valista sem tegund í yfirvofandi hættu vegna lítills stofns (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Tjaldur *Haematopus ostralegus*

Sást tvisvar um vorið við Ísakot (26. apríl og 12. maí). Í báðum tilvikum var um stakan fugl að ræða og verður að teljast afar ólíklegt að tegundin sé varpfugl á svæðinu. Tjaldur er ekki á valista.

Sandlóa *Charadrius hiaticula*

Strjáll varpfugl um allt svæðið. Sandlóa er ekki á valista en talin ábyrgðartegund þar vegna þess hve stór hluti Evrópustofns er á Íslandi (Ólafur Einarsson o.fl. 2002)

Heiðlóa *Pluvialis apricaria*

Algengasti varpfuglinn á rannsóknarsvæðinu þó þéttleikinn sé mun lægri en gerist á betur grónum svæðum á láglandi. Um haustið fóru margir hópar um svæðið. Heiðlóa er ekki á valista en talin ábyrgðartegund þar vegna þess hve stór hluti Evrópustofns er á Íslandi (Ólafur Einarsson o.fl. 2002).

Rauðbrystingur *Calidris canutus*

Þann 13. maí sáust nokkrir hópar af rauðbrystingum á flugi frá austri til vesturs norðan við Ísakot. Rauðbrystingar eru ekki varpfuglar á Íslandi en fara um landið á leið sinni milli varpstöðva á Grænlandi og heimskautaeyjum við Kanada og vetrarstöðva á ströndum Bretlands og meginlands Evrópu (Ævar Petersen 1998). Rauðbrystingur er ekki á valista en er ábyrgðartegund vegna þess hve stór hluti Evrópustofn fer um Ísland (Ólafur Einarsson o.fl. 2002).

Sendlingur *Calidris maritima*

Tveir sáust um vorið við Ísakot. Mögulegur varpfugl á svæðinu en þá í mjög litlum mæli. Sendlingur er ekki á valista en talin ábyrgðartegund þar vegna þess hve stór hluti Evrópustofns er á Íslandi (Ólafur Einarsson o.fl. 2002).

Lóupræll *Calidris alpina*

Örfáir fuglar sáust um vorið við Ísakot og fáir við mófuglatalningu. Talinn mjög strjáll varpfugl á svæðinu en hann er helst að finna þar sem raklent er. Lóupræll er ekki á valista en talin ábyrgðartegund þar vegna þess hve stór hluti Evrópustofns er á Íslandi (Ólafur Einarsson o.fl. 2002).

Hrossagaukur *Gallinago gallinago*

Nokkrir sáust frá Ísakoti um vorið og þar á meðal á söngflugi, mest þrír í einu. Sáust ekki frá Sultartanga og ekki varð vart við hann við punktatalningar. Sennilega strjáll varpfugl þar sem gróið er. Hrossagaukur er ekki á valista.

Jaðrakan *Limosa limosa*

Við Ísakot varð þrisvar vart við jaðrakana um vorið, mest sáust tveir saman. Við Sultartanga sáust þrír fuglar í eitt skipti. Þeir sáust ekki við punktatalningar og eru að öllum líkindum ekki varpfuglar á svæðinu. Jaðrakan er ekki á valista.

Spói *Numenius phaeopus*

Fáeinir fuglar sáust um vorið frá Ísakoti og eins við punktatalningar en þéttleiki er mjög lágur. Er þó örugglega varpfugl á svæðinu miðað við atferli sem spóar sýndu þegar hrafn flaug yfir svæðið. Spói er ekki á valista en talin ábyrgðartegund þar vegna þess hve stór hluti Evrópustofns er á Íslandi (Ólafur Einarsson o.fl. 2002).

Stelkur *Tringa totanus*

Fáir fuglar sáust um vorið við Ísakot og er hugsanlega varpfugl þar, sást ekki annars staðar innan rannsóknarsvæðisins. Eitt par var með unga í Sultartanga og tvö í Efri-Klofaey sumarið 1996 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Sennilega mjög strjáll varpfugl. Stelkur er ekki á valista.

Óðinshani Phalaropus lobatus

Sást ekki við athuganir sumarið 2014 en hefur sést á svæðinu (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996, Arnór Þórir Sígfússon 2014). Mögulegur varpfugl á svæðinu eða næsta nágrenni. Óðinshani er ekki á valista.

Ískjói Stercorarius pomarinus

Stakur fugl á fari sást frá Ísakoti þann 28 september og frá Sultartanga sáust tveir fuglar þann 27. september og einn fugl þann 28. september, sömuleiðis á fari. Ískjóar eru ekki varpfuglar á Íslandi en fara um hafsvæðið umhverfis landið vor og haust og eiga það til að styttast sér leið yfir landið. Ískjói er ekki á valista.

Kjói Stercorarius parasiticus

Sáust bæði um vorið og haustið frá Ísakoti og einu sinni um vorið frá Sultartanga. Einn fugl kom fram við punkttalningu en fleiri sáust sem voru á flugi um svæðið. Mögulega varpfugl á svæðinu en flestir fuglar sem sjást eiga sennilega bara leið um svæðið. Kjói er ekki á valista.

Fjallkjói Stercorarius longicaudus

Sást aðeins frá Sultartangastíflu á fartíma, einn fugl þann 27. september og tveir fuglar þann 28. september. Eins og með ískjóa þá fara fjallkjóar um hafsvæðið umhverfis landið vor og haust en fara stundum inn yfir land. Fjallkjói er ekki á valista.

Skúmur Stercorarius skua

Sást í þrjúgang um vorið frá Ísakoti en ávalt stakur fugl. Umferðarfugl á svæðinu. Skúmur er ekki á valista en talin ábyrgðartegund þar vegna þess hve stór hluti Evrópustofns er á Íslandi (Ólafur Einarsson o.fl. 2002).

Hettumáfur Chroicocephalus ridibundus

Sáust oft um vorið frá Ísakoti og voru þá á flugi með ári, yfirleitt á leið upp eftir og þá stundum með öðrum máfum. Oftast fáir saman, stærsti skráði hópurinn var upp á 14 fugla. Ekki talinn varpfugl á svæðinu. Hettumáfur er ekki á valista.

Sílamáfur Larus fuscus

Fáeinir fuglar sáust reglulega við Ísakot um vorið. Þeir flugu upp og niður eftir ári, mestu upp og stoppuðu stundum stutt við Ísakot. Ávalt fáir fuglar saman, fullorðnir. Sáust einu sinni við Sultartangastíflu, þá tveir fuglar um vorið á leið upp eftir. Um haustið sást aðeins einn fugl og var hann við Ísakot. Varplegt þar sást við mófuglatalninguna á svæði sem fellur innan beggja tillagna um Búrfellslund. Sílamáfur var með hreiður við Sultartanga sumarið 1996 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Sílamáfur telst því sjaldgæfur varpfugl á svæðinu. Sílamáfur er ekki á valista.

Svartbakur Larus marinus

Sást fyrst og fremst um vorið, bæði við Ísakot og Sultartanga, mest á flugi upp eftir. Sáust einnig um haustið á báðum stöðum. Sjaldgæfari en sílamáfurinn og óvíst með varp en hann var þó varpfugl í Klofaey áður en hún varð landföst (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Svartbakur er skráður á valista sem tegund í yfirvofandi hættu vegna fækkunar (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Kría Sterna paradisaea

Sást einu sinni á Sultartangalóni, stakur fugl. Ekki talinn líklegur varpfugl á svæðinu. Kría er ekki á valista en talin ábyrgðartegund þar vegna þess hve stór hluti Evrópustofns er á Íslandi (Ólafur Einarsson o.fl. 2002).

Þúfutittlingur Anthus pratensis

Sást nánast daglega við Ísakot um vorið, eftir miðjan apríl. Tveir sáust þar um haustið. Við Sultartanga sáust aðeins þrjú fuglar um vorið. Komu fram í punkttalningu en voru að mestu bundnir við syðsta hluta rannsóknarsvæðisins, þar sem gróður var að finna. Einnig varpfugl í Sultartanga (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Þúfutittlingur er ekki á valista.

Mariuerla Motacilla alba

Sáust reglulega við Ísakot um vorið og þar oft nokkuð á þeim þó aldrei hafi verið um marga fugla að ræða. Tvær sáust um vorið við Sultartangastíflu. Kom ekki fram við punkttalningu. Sumarið 1996 voru tvö þör með nýfleyga unga við Sultartangastíflu og eitt við Efri-Klofaey (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Sennilega strjáll varpfugl á svæðinu. Mariuerla er ekki á valista.

Steindepill Oenanthe oenanthe

Sást stöku sinnum bæði vor og haust á báðum ratsjárstöðum. Fáeinir fuglar komu fram í punkttalningu m.a. syngjandi karlfuglar en þéttleiki mjög lágur. Líklega strjáll varpfugl. Steindepill er ekki á valista.

Skógarþröstur Turdus iliacus

Skógarþröstur heyrðist syngja í Klofaey og er þar sennilega varpfugl en ólíklega annars staðar. Sást tvisvar úr Ísakoti um vorið, stakur fugl í hvort skiptið. Um haustið sást einn hópur skógarþrasta á fari við Sultartangastíflu. Skógarþröstur er ekki á valista.

Hrafn Corvus corax

Sást flesta daga frá Ísakoti og oft frá Sultartanga. Yfirleitt stakir fuglar eða par en mest sáust 8 fuglar um haustið. Hreiður með ungum fannst í Hlíðum Valafells. Verpir sennilega í nágrenni rannsóknarsvæðis en ekki innan þess vegna skorts á hentugum varpstöðum (klettum). Varp í gilinu austan við Sandafell árið 1983 eða 1984 (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Hrafn er á valista sem tegund í yfirvofandi hættu vegna fækkunar (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000).

Fjallafinka Fringilla montifringilla

Einn fugl sást 26. apríl við Ísakot. Flækingur.

Auðnutittlingur Acanthis flammea

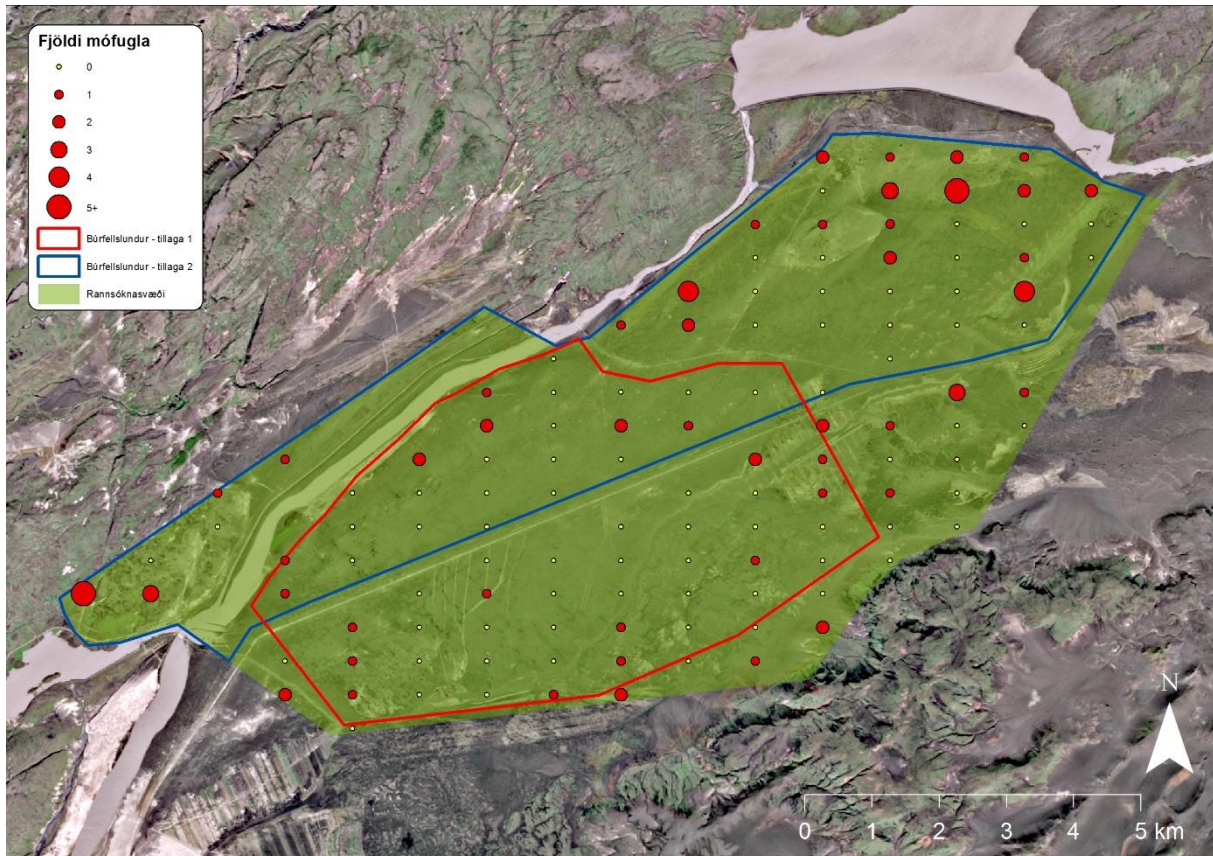
Um vorið heyrðist í einum fugli við Ísakot og við punkttalningar sáust tveir fuglar á flugi auk þess sem heyrðist í a.m.k. þremur fuglum í Klofaey þegar gengið var fram hjá henni. Líklega er hann varpfugl þar a.m.k. þegar vel árar. Um haustið varð þeirra vart bæði við Ísakot og Sultartanga. Auðnutittlingur er ekki á valista.

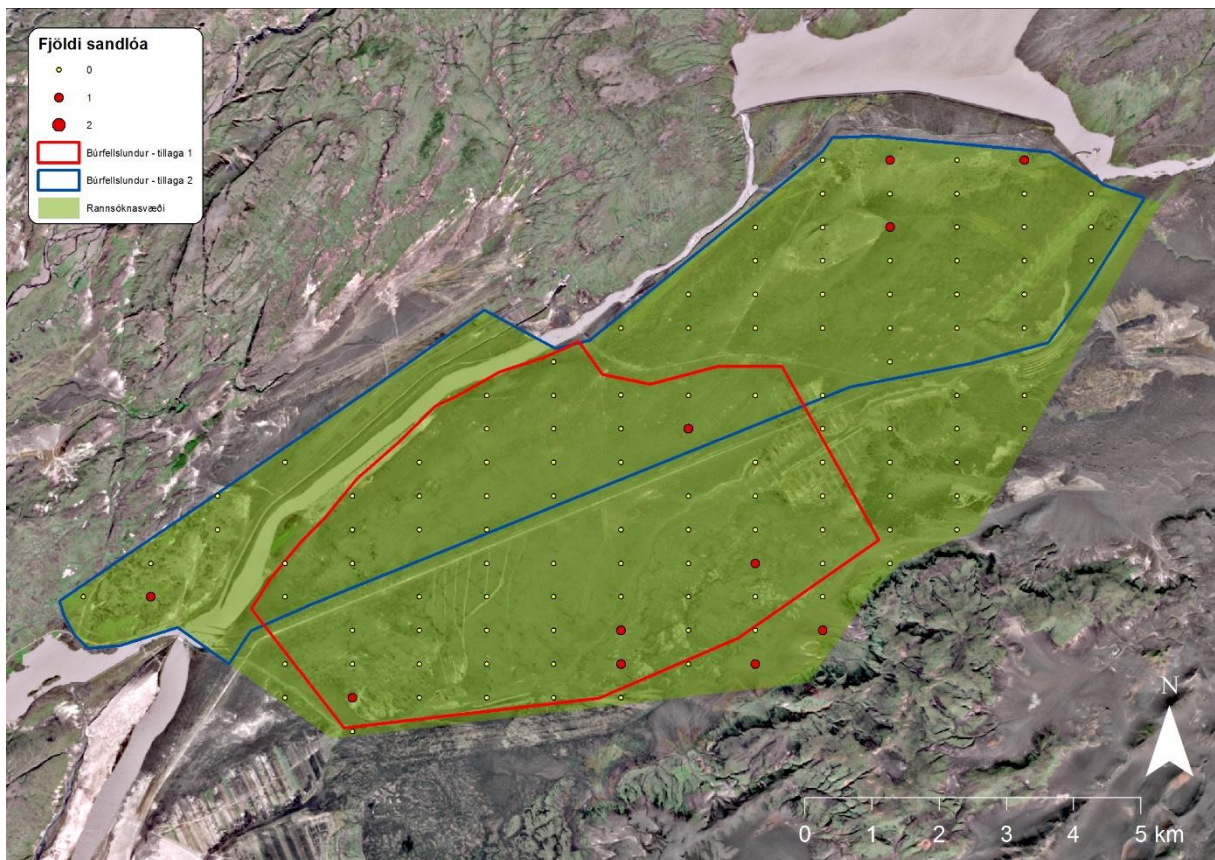
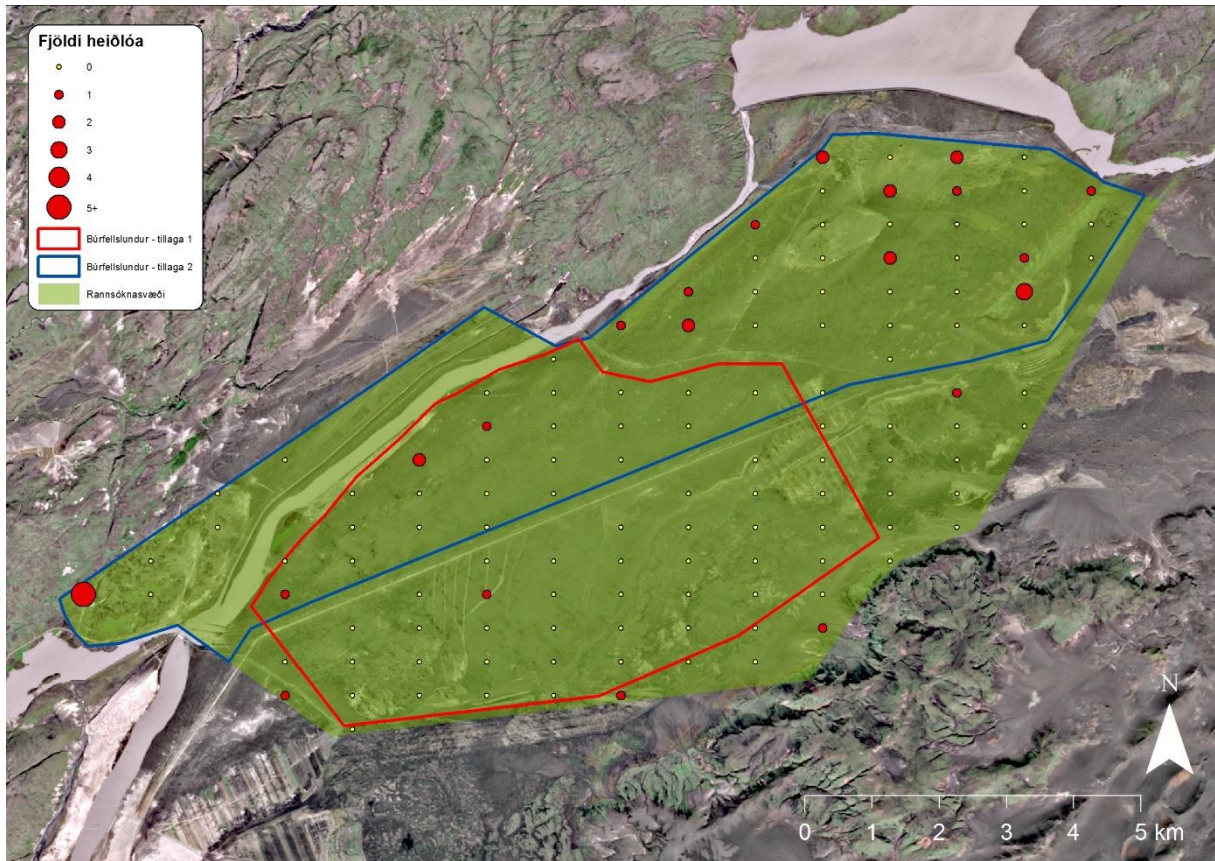
Snjótittlingur Plectrophenax nivalis

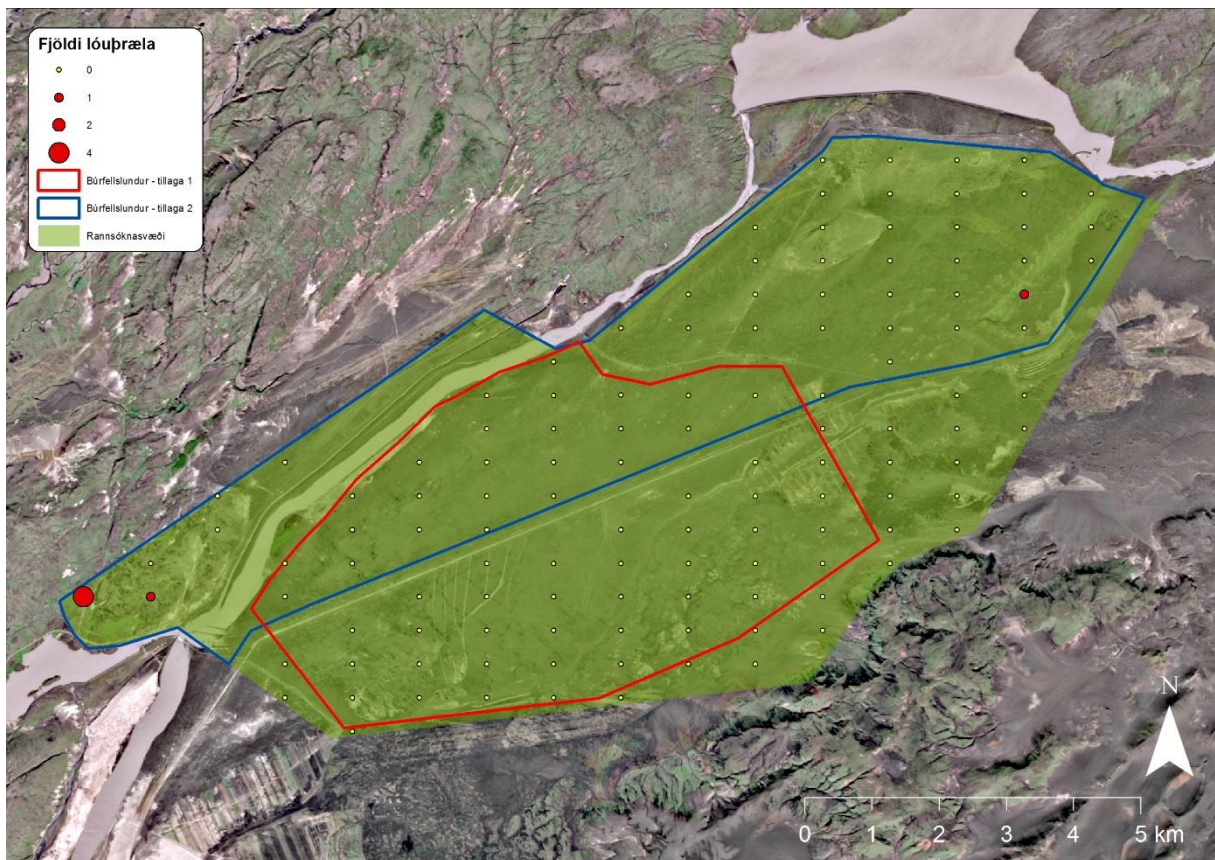
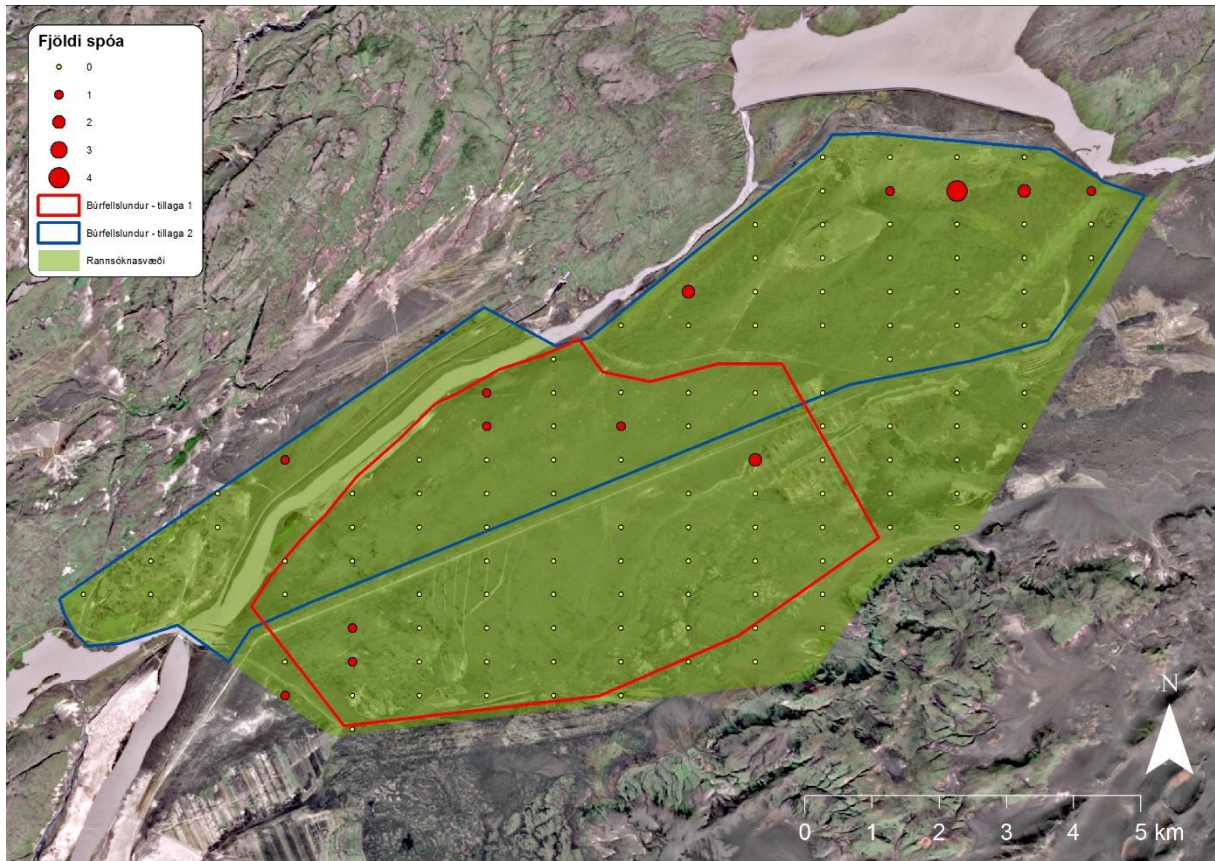
Við Ísakot sást einn hópur og stakur fugl í mars og svo aftur hópar í október. Sást mun reglulegar við Sultartangastíflu um vorið og er þar varpfugl (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1996). Aðeins einn snjótittlingur sást við punkttalningarnar. Um haustið varð vart við mikið far á snjótittlingum við Sultartangastíflu þann 20. október. Þá sáust um 2500 fuglar í mörgum hópum og mun fleiri „spor“ komu fram á ratsjá sem sennilega voru eftir snjótittlinga. Daginn eftir sáust hins vegar innan við 100 fuglar. Snjótittlingur er ekki á valista.

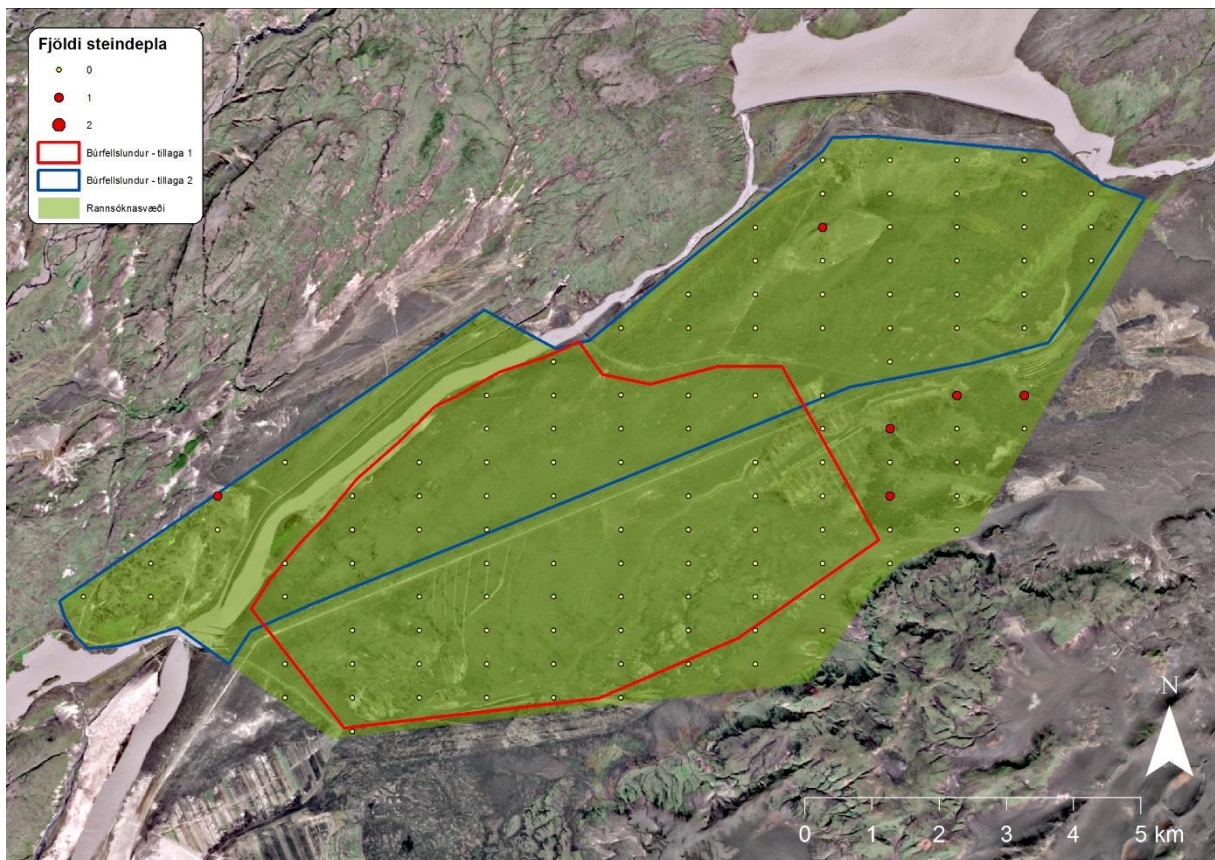
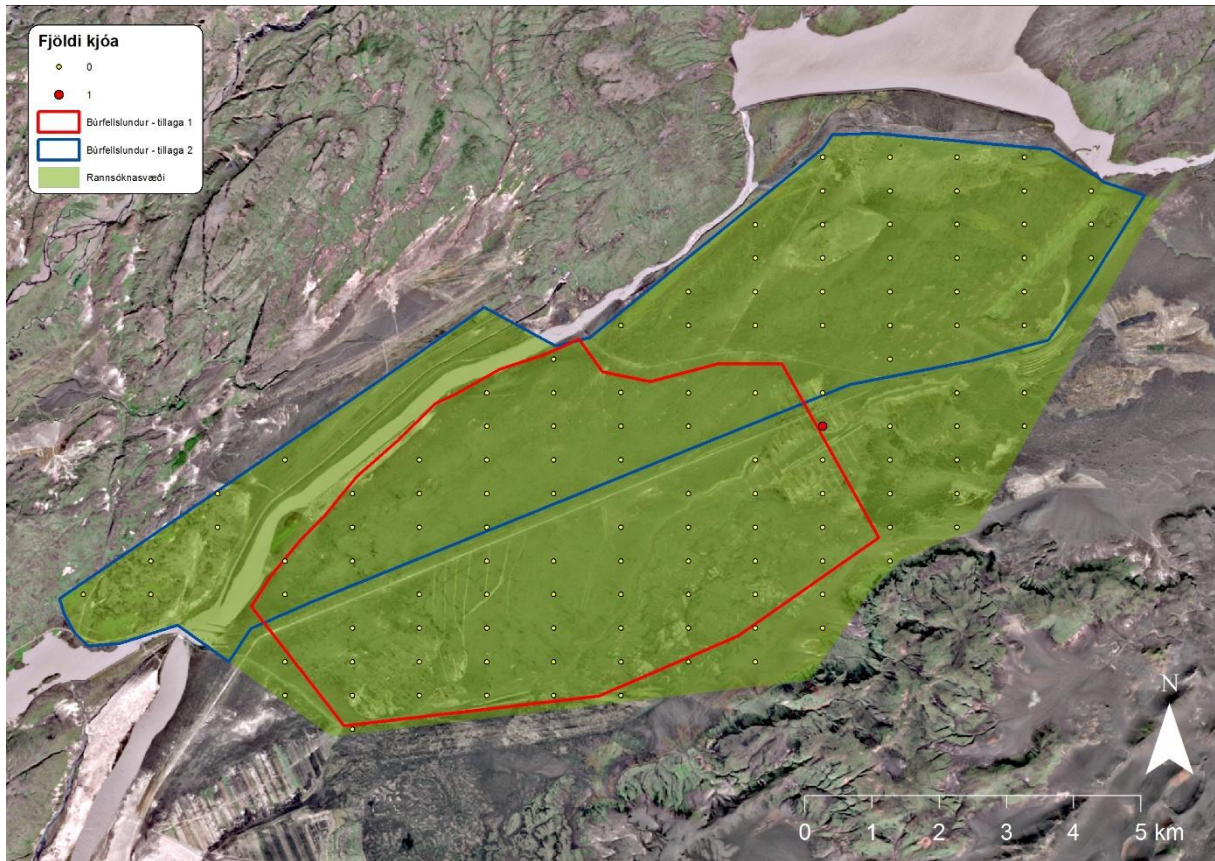
Viðauki 2 – Útbreiðsla mófugla

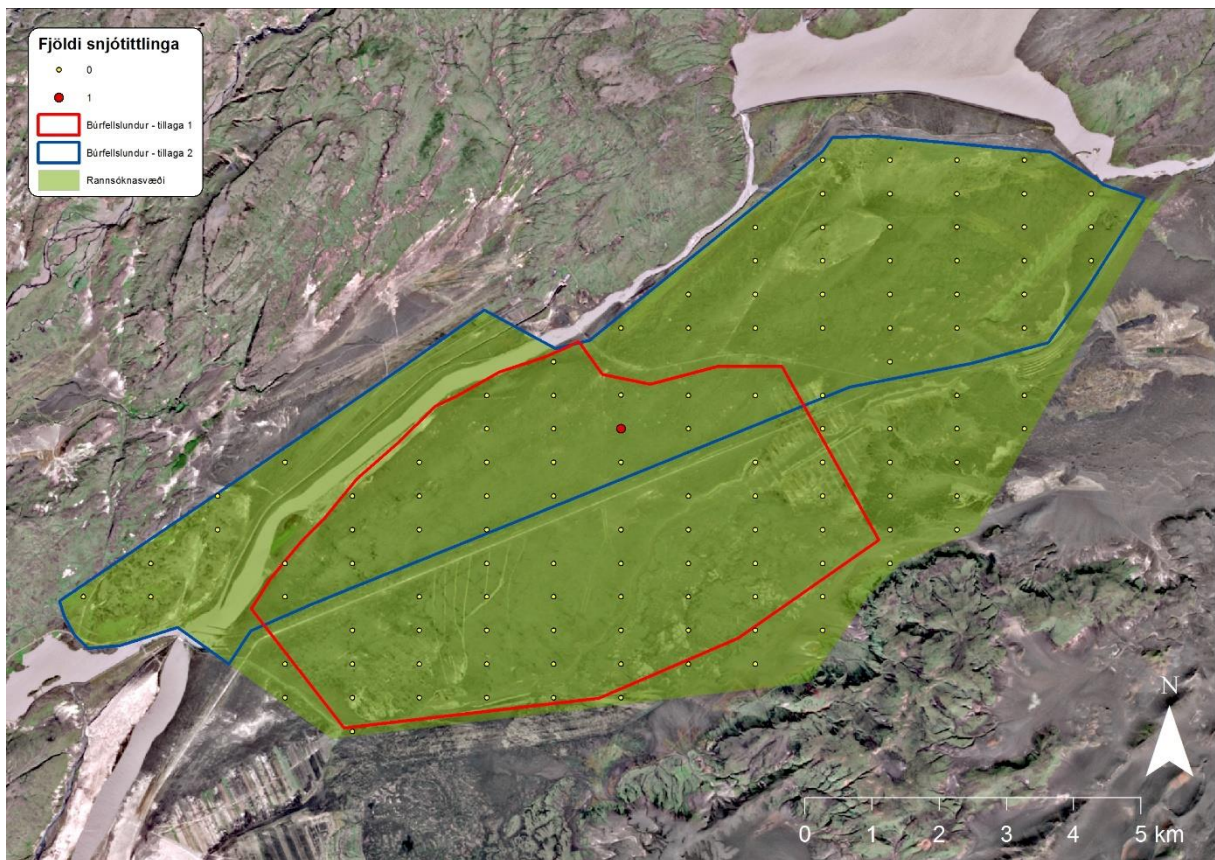
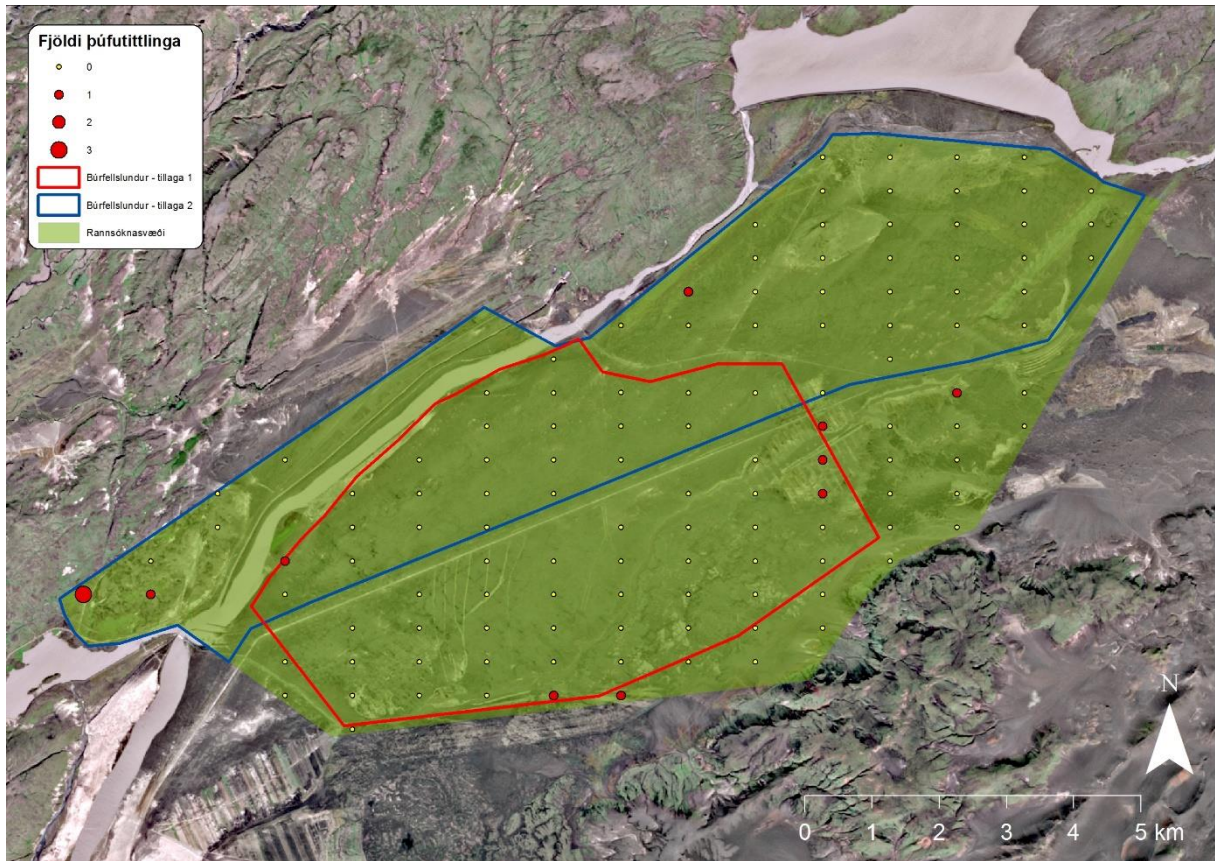
Myndirnar hér að neðan sýna útbreiðslu mófugla á rannsóknarsvæðinu á Hafinu eins og hún kom fram við punkttalningu. Stærð punktanna segir til um hve marga fugla af hverri tegund athugandi varð var við innan 200 m frá hverjum talningapunkti. Fyrsta myndin sýnir þó heildarfjölda mófugla. Gulir punktar eru talningarpunktar þar sem engir fuglar sáust, minnstu rauðu punktarnir sýna að einn fugl hafi sést á punktinum og þeir stærstu að fjöldinn hafi verið 5 eða fleiri.











Viðauki 3 – Niðurstöður tölfræðiútreikninga tengdum flughæð fugla

Tafla 1. Niðurstöður reiknilíkans af áhrifum árstíðar (vor og haust), vindhraða og -áttar á flughæð fugla. Marktæk áhrif breyta eru feitletruð.

Tegund	Breyta	df	F gildi	p
Álft	Líkan	5,131	56,70094	4E-31
	árstíð	1,131	32,8459	6,5E-08
	vindátt	1,131	197,0648	6,9E-28
	vindhraði	1,131	36,34485	1,6E-08
	vindhraði*vindátt	1,131	86,12906	4,6E-16
Ógreindar gæsir	Líkan	5,14	9,383027	0,00043
	árstíð	1,14	3,92792	0,067475
	vindátt	1,14	4,551188	0,051075
	vindhraði	1,14	2,615833	0,128104
	vindhraði*vindátt	1,14	3,488027	0,08289
Heiðagæs	Líkan	6,313	464,5075	1E-152
	árstíð	1,313	1,009851	0,315715
	vindátt	2,313	4,323047	0,01406
	vindhraði	1,313	35,85359	5,8E-09
	vindhraði*vindátt	2,313	102,7334	5E-35
Grágæs	Líkan	2,15	17,9398	0,00011
	vindhraði	1,15	0,560152	0,465773
Heiðlóa	Líkan	5,22	6,175329	0,00102
	árstíð	1,22	4,123563	0,054549
	vindátt	1,22	1,741323	0,20054
	vindhraði	1,22	3,164204	0,089092
	vindhraði*vindátt	1,22	6,765602	0,01631

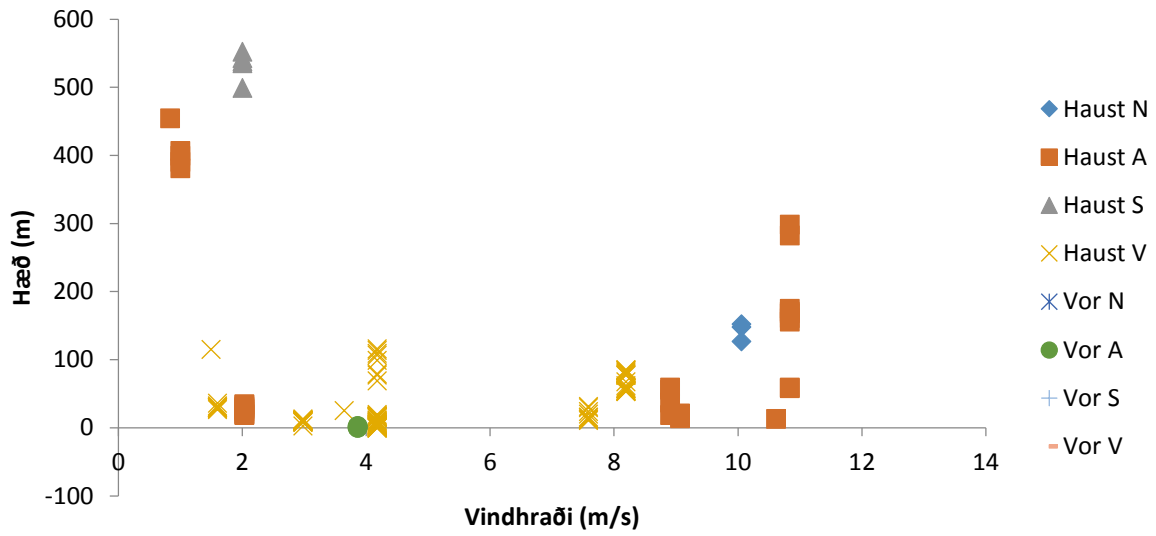
Tafla 2. Líkan af áhrifum vindhraða og -áttar á flughæð fugla eftir árstíðum. Marktæk áhrif breyta eru feitletruð.

Tegund	Breyta	Vor			Haust		
		df	F gildi	p	df	F gildi	p
Álft	Líkan	-	-	-	5,127	116,1282	1,24E-45
	vindátt	-	-	-	1,127	102,4372	5,12E-18
	vindhraði	-	-	-	1,127	12,74819	0,000504
	vindhraði*vindátt	-	-	-	1,127	56,50028	8,88E-12
Ógreindar gæsir	Líkan	3,11	2,57	0,114244	1,3	736,3	0,00011
	vindátt	1,11	3,6	0,084778	-	-	-
	vindhraði	1,11	2,1	0,178812	-	-	-
	vindhraði*vindátt	1,11	2,7	0,125477	-	-	-
Heiðagæs	Líkan	4,266	2,523411	0,041383	5,43	57,4	6,3E-18
	vindátt	1,266	3,148524	0,077139	2,43	0,2	0,841745
	vindhraði	1,266	7,301121	0,007334	1,43	0,4	0,517916
	vindhraði*vindátt	1,266	5,596591	0,018713	2,43	0,07	0,929389
Grágæs	Líkan	2,15	18,0	0,00011	-	-	-
	vindhraði	1,15	0,6	0,465773	-	-	-
Heiðlóa	Líkan	2,10	57,9	3,2E-06	4,10	26,93026	2,47E-05
	vindátt	-	-	-	1,10	1,578315	0,237559
	vindhraði	1,10	15,1	0,003	1,10	0,419319	0,531861
	vindhraði*vindátt	-	-	-	1,10	3,760247	0,081197

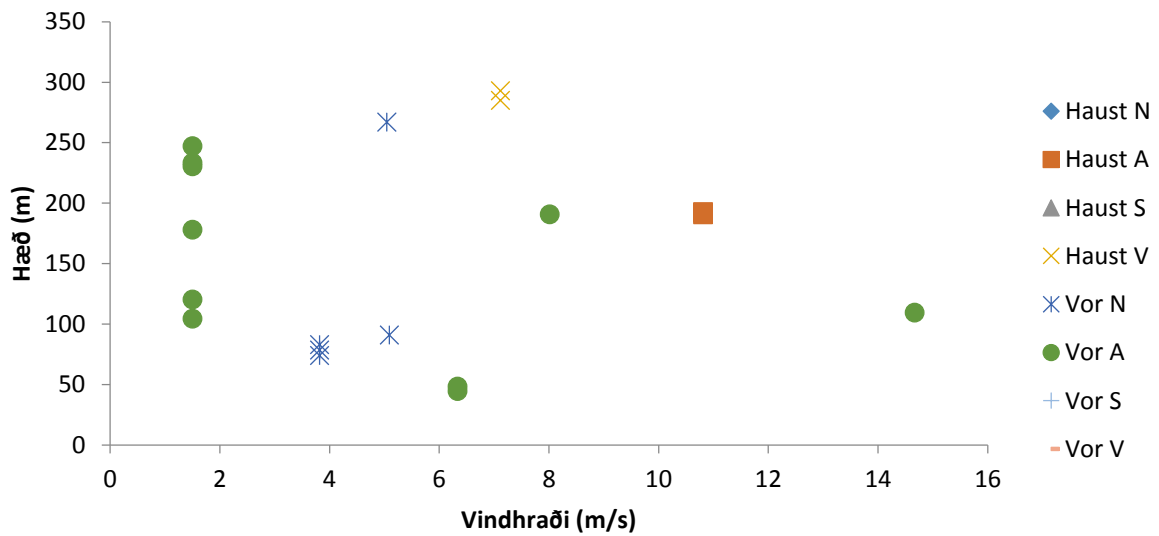
Tafla 3. Samband vindhraða og flughæðar eftir tegund, árstíð og vindátt. Einungis marktækt samband sýnt.

Tegund	Árstíð	Vindátt	df	F gildi	p	Hallatala
Álft	haust	A	1,31	19,14185	0,000128	-24,718
	haust	V	1,90	53,78096	9,42E-11	8,797802
Heiðagæs	vor	N	1,54	8,56695	0,005	13,63691
	haust	N	1,2	69,38069	0,014109	17,28167
	haust	V	1,41	224,1352	3,23E-18	21,44685
Heiðlóa	vor	A	1,10	15,14932	0,002999	-26,5665

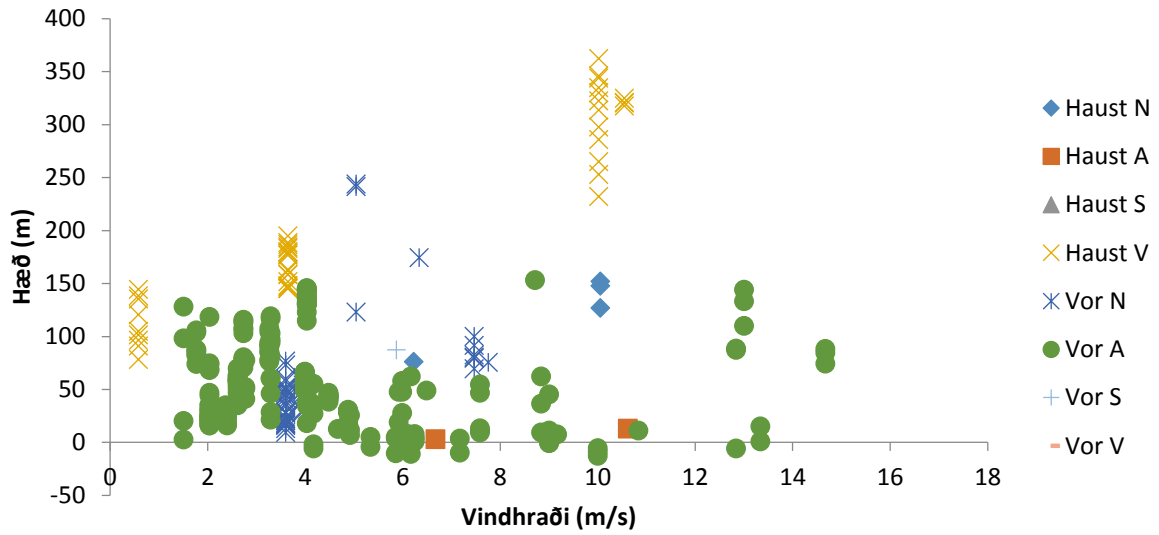
Viðauki 4 – Samband flughæðar og vindhraða m.t.t. vindáttar og árstíðar



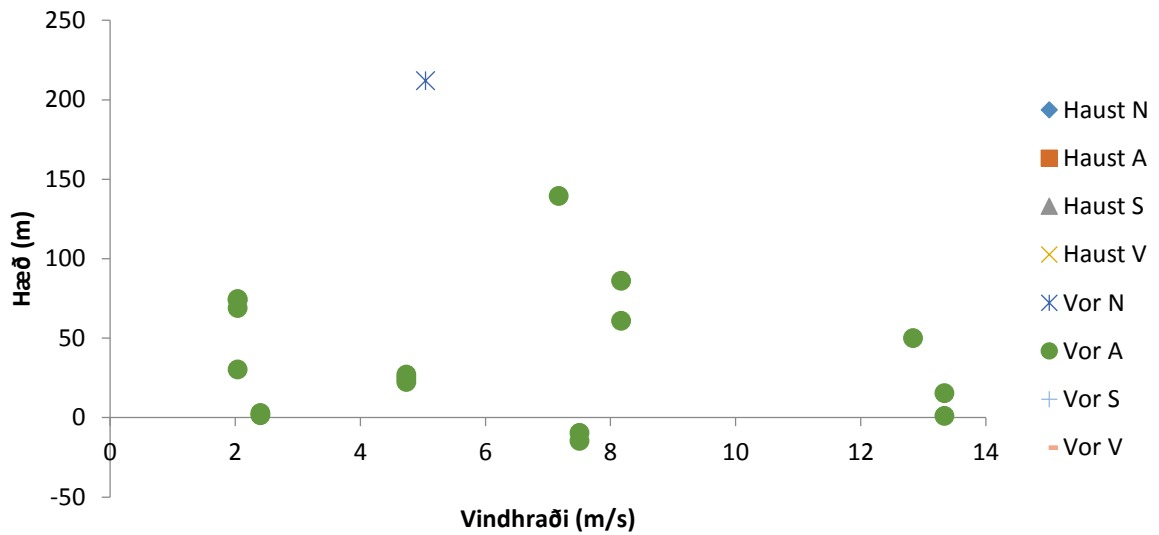
Mynd V4.1. Vindhraði og flughæð álfta vor og haust m.t.t. mismunandi vindátta. Sami litakóði er notaður fyrir hinar tegundirnar.



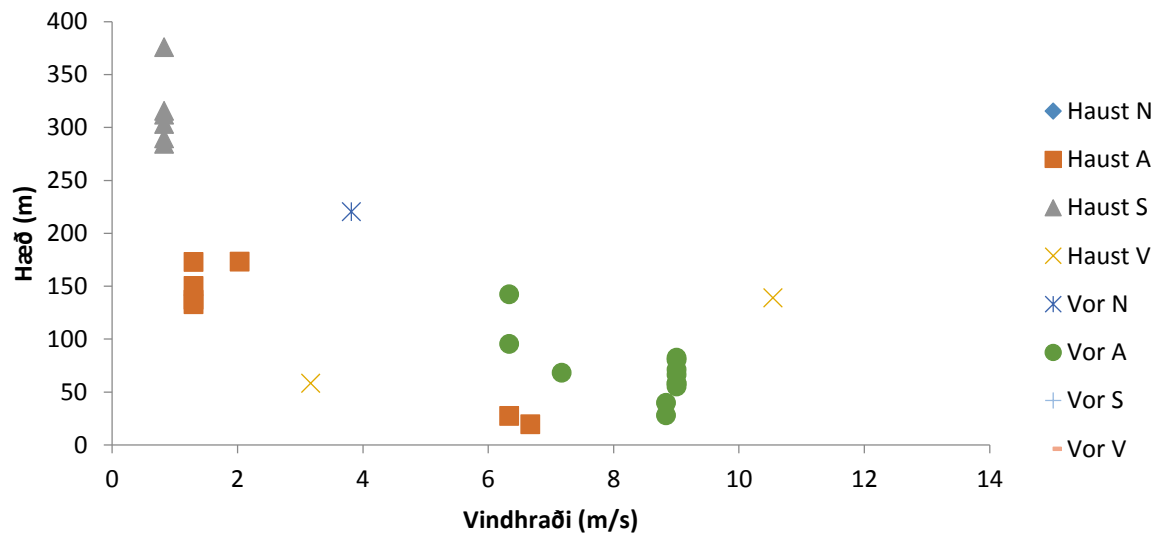
Mynd V4.2. Vindhraði og flughæð ógreindra gæsa (*Anser sp.*) vor og haust m.t.t. mismunandi vindátta.



Mynd V4.3. Vindhraði og flughæð heiðgæsa vor og haust m.t.t. mismunandi vindáttu.



Mynd V4.4. Vindhraði og flughæð grágæsa vor og haust m.t.t. mismunandi vindáttu.



Mynd V4.5. Vindhraði og flughæð heiðlóa vor og haust m.t.t. mismunandi vindátta.

NÁTTÚRUSTOFA NORÐAUSTURLANDS

Hafnarstétt 3 – 640 Húsavík – Sími: 464 5100 – Bréfasími: 464 5101 – Netfang: nna@nna.is – www.nna.is



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

